SKRIPSI

FITOREMEDIASI LOGAM Hg TANAH PASCA PERTAMBANGAN EMAS KECAMATAN SINGINGI HILIR MENGGUNAKAN *Helianthus annus* L. DAN *Sansivieria trifasciata* P. DENGAN PENAMBAHAN BAHAN ORGANIK

Oleh:

GHEA DWIFLORENTI
11782201861

PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2021

SKRIPSI

FITOREMEDIASI LOGAM Hg TANAH PASCA PERTAMBANGAN EMAS KECAMATAN SINGINGI HILIR MENGGUNAKAN *Helianthus annus* L. DAN *Sansivieria trifasciata* P. DENGAN PENAMBAHAN BAHAN ORGANIK

Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk mendapatkan gelar Sarjana Pertanian

Oleh:

GHEA DWIFLORENTI
11782201861

PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2021

HALAMAN PENGESAHAN

Judul	:	Fitoremediasi Logam Hg Tanah Pasca Pertambangan Emas Kecamatan Singingi Hilir Menggunakan *Helianthus annus* L. dan *Sansivieria trifasciata* P. dengan Penambahan Bahan Organik
Nama	:	Ghea Dwiflorenti
NIM	:	11782201861
Program Studi	:	Agroteknologi

Menyetujui,

Setelah diuji pada Tanggal 27 April 2021

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Irwan Taslapratama, M. Sc	Dr. Ahmad Darmawi, M. Ag
NIP. 19780704 200801 1 010	NIP. 19660604 199203 1 004

Mengetahui:

Dekan,	Ketua,
Fakultas Pertanian dan Peternakan	Program Studi Agroteknologi
Prof. Dr. Hj. Yulwan S.Pt, M.Sc, Ph.D	Dr. Syukria Ikhsan Zam, M. Si
NIP. 19730904 199903 1 003	NIP. 19810107 200901 1 008

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan tim penguji ujian
Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian dan Peternakan
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan
dinyatakan lulus pada tanggal 27 April 2021

No	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Dr. Ahmad Taufiq Arminudin, M.Sc	KETUA	1.
2.	Dr. Irwan Taslapratama, M.Sc	SEKRETARIS	2.
3.	Dr. Ahmad Darmawi, M. Ag	ANGGOTA	3.
4.	Oksana, S.P., M.P	ANGGOTA	4.
5.	Penti Suryani, S.P., M.Si	ANGGOTA	5.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya berupa skripsi ini adalah asli yang merupakan hasil penelitian saya dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun (sarjana, tesis, disertasi dan sebagainya) baik di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni penelitian saya sendiri dengan arahan tim dosen pembimbing dan hak publikasi di tangan penulis dan pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarangnya dan dicantumkan pula di daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan saya ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma hukum yang berlaku di perguruan tinggi dan Negara Republik Indonesia.

Pekanbaru, April 2021
yang membuat pernyataan,

Ghea Dwiflorenti
NIM. 11782201861

RIWAYAT HIDUP

Ghea Dwiflorenti adalah nama penulis skripsi ini. Lahir pada tanggal 14 November 1999 di Kota Pekanbaru Provinsi Riau. Penulis merupakan anak ke dua dari tiga bersaudara. Penulis menempuh dunia pendidikan dimulai dari TK Puspa Dharma Rini pada tahun 2004. Lalu melanjutkan ke jenjang selanjutnya yaitu SD 004 Pekanbaru pada tahun 2005 hingga 2011. Selanjutnya yaitu jenjang menengah pertama di SMP Negeri 8 Pekanbaru tamat pada tahun 2014.Tahun 2014 melanjutkan pendidikan ke SMA Negeri 12 Pekanbaru dan lulus pada Tahun 2017. Kemudian pada Tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Suska Riau Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan.

Penulis memasuki Kampus Madani UIN Suska ini melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Saat dipertengahan kuliah pada bulan Juli hingga Agustus 2019 penulis menjalani Praktek Kerja Lapang (PKL) di P4S Permata Ibu Kota Padang Panjang Provinsi Sumatera Barat. Bulan Juli sampai dengan Agustus 2020 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata Dari Rumah (KKN-DR) PLUS di Kelurahan Binawidya Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru. Penulis melaksanakan penelitian pada Bulan Juli-November 2020 di Kota Pekanbaru, dengan judul "Fitoremediasi Logam Hg Tanah Pasca Pertambangan Emas Kecamatan Singingi Hilir Menggunakan *Helianthus annus* L. dan *Sansivieria trifasciata* P. dengan Penambahan Bahan Organik" di bawah bimbingan Bapak Dr. Irwan Taslapratama, M.Sc dan Bapak Dr. Ahmad Darmawi, M.Ag.

Pada tanggal 27 April 2021 penulis dinyatakan lulus dan berhak menyandang gelar Sarjana Pertanian melalui sidang tertutup Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamu'alaikumwarahmatullahiwabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji bagi Allah *Subbahanahu Wata'ala* yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat beriring salam untuk junjungan kita Baginda Rasulullah Muhammad *Shalallahu Alaihi Wasallam*.

Skripsi yang berjudul **"Fitoremediasi Logam Hg Tanah Pasca Pertambangan Emas Kecamatan Singingi Hilir Menggunakan *Helianthus annus* L. dan *Sansivieria trifasciata* P. dengan Penambahan Bahan Organik"**. Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Pada kesempatan ini tak lupa penulis menyampaikan terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Teristimewa untuk kedua orang tua penulis ayahanda Yosrendra dan Ibunda Tati Suhartati serta saudara-saudara kandung penulis, atas segala pengorbanan yang telah dilakukan untuk penulis, atas doa dan restu, dukungan moral dan materil yang selalu mengiringi langkah penulis dimanapun berada. Semoga Allah Subbahanahu Wa'taala memberikan limpahan pahala kepada kedua orang tua serta saudara kandung penulis.
2. Bapak Edi Erwan, S.Pt., M.Sc., Ph.D. Selaku Dekan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Dr. Irwan Taslapratama, M.Sc., Selaku Wakil Dekan I, Ibu Dr. Triani Adelina, S.Pt., M.P., Selaku Wakil Dekan II dan Bapak Dr. Arsyadi Ali, S.Pt., M.Agr., selaku Wakil Dekan III Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Bapak Dr. Syukria Ikhsan Zam sebagai Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

5. Bapak Dr. Irwan Taslapratama, M.Sc., dan Bapak Dr. Ahmad Darmawi, M.Ag selaku pembimbing I dan II penulis, yang telah banyak meluangkan waktu dalam memberikan arahan, kritik, saran serta motivasi dengan tidak bosan-bosannya kepada penulis hingga selesainya penulisan skripsi ini.
6. Ibu Oksana S.P., M.P dan Ibu Penti Suryani S.P., M.Si., Selaku penguji I dan II, yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis yang membuat skripsi ini menjadi lebih baik dari sebelumnya.
7. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Agroteknologi dan seluruh staf Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang telah memberikan ilmu serta segala kemudahan yang penulis rasakan selama berkuliah di Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
8. Keluarga Besar serta Bambang Irawan, Aldi Pratama Putra, Nadiatul Husnah, Mardi serta Mendi yang telah begitu banyak membantu penulis pada saat pengambilan sampel. Semoga kebaikan ssemuanya mendapatkan ganjaran pahala yang berlipat ganda dari Allah Subhanahuwata'la.
9. Rekan-rekan anak kost yaitu Karvina, Sintha Juliacahyaningrum dan Santhy Juliacahyaningrum yang telah banyak memebersamai masa-masa suka duka selama perkualiahan.
10. Saudara Panika Putra Pratama yang telah memberi semangat, inspirasi, informasi serta pengarahan penulis sejak awal kenal hingga saat ini.
11. Sahabat-sahabat penulis sejak duduk di bangku SMA hingga saat ini yang masih bersama yaitu Silfia Meilani, Fitri Pratiwi, Jihan Salsabillah M., Lilya Irsianti, Dini Hanifah Putri, Tia Dita PLY., Indah Novia, Nur Ainun Yahya, Dzakwan Haris Mahendra, Fadhillah Benedicto, Fadhlillah Benedicto, Fikri Fauzan Hafizh, Fajrin M.Nugraha dan M. Aldo Sofyan.
12. Sahabat penulis Fiya Fhadilah Ihsani, Nadiatul Husnah, Noni Widia Afla, Kholil Anwar, M. Hayathul Ihsan, Rio Susanto Fadilah, dan Taupik Arrahman yang telah memberi semangat dan membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
13. Rekan seperjuangan Forsa Brimasda yang telah bersama sama belajar dalam berorganisasi dengan cara kekeluargaan yaitu Anggi Pranata, Abdullah,

Rangga Hidayat, M. Rifqi, Dinda Andani, Sri Jayanti serta rekan rekan lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

14. Ika Rantika Putri, Ummi Hildayati, Ade Misbah, Zulfiansyah dan teman-teman seperjuangan Agroteknologi A 2017 lainnya yang tidak bisa disebutkan satu per satu, yang telah menjadi keluarga kecil dari penulis selama berkuliah di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan teman-teman Agroteknologi angkatan 2017, yang telah menjadi bagian dari cerita hidup penulis.

15. Serta kepada semua orang yang telah berpartisipasi dan berkontribusi dalam penelitaian ini.

Penulis berharap semoga segala hal yang telah diberikan kepada penulis ketika berkuliah akan dibalas Allah *Subhanahu Wata'ala* dengan pahala yang berlipat ganda, rezeki yang melimpah ruah, serta diberikan kemudahan dalam segala urusan. *Amin Ya Rabbal alamin*.

Wassalamu'alaikumwarahmatullahiwabarakatuh

Pekanbaru, April 2021

Penulis

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah *Subhanahu Wata'ala* yang telah memberikan kesehatan dan keselamatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan hasil penelitian dengan judul "**Fitoremediasi Logam Hg Tanah Pasca Pertambangan Emas Kecamatan Singingi Hilir Menggunakan *Helianthus annus* L. dan *Sansivieria trifasciata* P. dengan Penambahan Bahan Organik**".

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr.Irwan Taslapratama, M.Sc., sebagai dosen pembimbing I dan Bapak Dr. Ahmad Darmawi, M.Ag., sebagai dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, petunjuk dan motivasi sampai selesainya skripsi ini. Kepada seluruh rekan-rekan yang telah banyak membantu penulis di dalam penyelesaian proposal penelitian ini, yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu, saya ucapkan terima kasih dan semoga mendapatkan balasan dari Allah *Subhanahu Wata'ala* untuk kemajuan kita semua dalam menghadapi masa depan nanti.

Penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun untuk perbaikan laporan hasil pebelitian ini. Semoga laporan hasil pebelitian ini bermanfaat bagi kita semua baik untuk masa kini maupun untuk masa yang akan datang.

Pekanbaru, April 2021

Penulis

FITOREMEDIASI LOGAM HG TANAH PASCA PERTAMBANGAN EMAS KECAMATAN SINGINGI HILIR MENGGUNAKAN *Helianthus annus* L. DAN *Sansivieria trifasciata* P. DENGAN PENAMBAHAN BAHAN ORGANIK

Ghea Dwiflorenti (11782201861)
Di bawah bimbingan Irwan Taslapratama dan Ahmad Darmawi

INTISARI

Aktivitas pertambangan emas merupakan salah satu kegiatan yang populer di Kecamatan Singingi Hilir. Namun lahan pasca pertambangan ini menyebabkan kerusakan tanah karena mengandung logam merkuri yang tinggi sehingga menjadi lahan tertinggal. Oleh karena itu untuk mengurangi kandungan Hg tanah perlu dilakukan perbaikan tanah dengan fitoremediasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi tanaman bunga matahari dan bunga lidah mertua dalam mengakumulasi Hg dari tanah. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli – November 2020 di Lahan Kecamatan Tuah Madani Kota Pekanbaru. Metode yang digunakan yaitu metode percobaan pot dengan penggunaan tanah pasca tambang emas sebagai media tanam yang dicampur dengan bahan organik sesuai perlakuannya. Fitoremediasi tanah tercemar Hg dilakukan selama 28 hari. Analisis kandungan Hg dalam media tanam dan akar tanaman menggunakan AAS serta analisis pH menggunakan pH meter di Balai Riset dan Standarisasi Industri Padang. Hasil analisis konsentrasi Hg dilakukan perthitungan faktor biokonsentrasi (BCF) untuk mengetahui kemampuan tanaman dalam mengakumulasi logam Hg pada jaringan tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan tanaman bunga matahari dan bunga lidah mertua dengan penambahan bahan organik dalam menyerap logam Hg berbeda setiap jenis tanamannya. Tanaman bunga Matahari (*Helianthus annus* L.) tanpa penambahan bahan organik mempunyai nilai BCF tertinggi dengan nilai 11,71 dan nilai BCF terendah yaitu pada tanaman bunga Lidah Mertua (*Sansivieria trifasciata*) tanpa penambahan bahan organik dengan nilai 2,27. Namun dari seluruh tanaman percobaan masih termasuk golongan tanaman akumulator sangat tinggi yang memiliki nilai BCF >1.

Kata Kunci: fitoremediasi, pertambangan emas, logam merkuri

Hg METAL PHYTOREMEDIATION ON POST GOLD MINNING SOIL SINGINGI HILIR DISTRICT USING **Helianthus annus** *L. AND* **Sansivieria trifasciata** *P. WITH THE ADDITION OF ORGANIC MATERIAL*

Ghea Dwiflorenti (11782201861)
Under guidance by Irwan Taslapratama dan Ahmad Darmawi

ABSTRACT

Gold mining activity is one of the most popular activities in Singingi Hilir District. However, this post-mining land caused soil damage because it contains high mercury metal so that becomes abandonment land. Therefore, to reduce Hg-contaminated soil, need to do land improvement with phytoremediation. This research aimed. to know potential of Helianthus annus *L. and* Sansivieria trifasciata P. *on accumulated Hg-contaminated soil. This research was conducted in July - November 2020 on the land of the Tuah Madani District, Pekanbaru City. The method used is an pot experimental method with the use of post-gold mining soil as a planting medium mixed with organic matter according to its treatment. Phytoremediation test of contaminated soil was carried out for 28 days. Analyze of Hg content in the planting medium and plant roots was carried out using AAS and analysis of pH used pH-meter at Padang Industrial Research and Standardization Center. The results of the Hg analized then the the bioconcentration factor calculation to determine the ability of plants to accumulate Hg in plant tissues. The results showed that the ability of* Helianthus annus *L. and* Sansivieria trifasciata *with the addition of organic matter to absorb Hg was different for each type of plant. Sunflower plants (*Helianthus annus *L.) without the addition of organic matter has the highest BCF value with 11,71 and the lowest BCF value was snake plant flower (*Sansivieria trifasciata*) without the addition of organic matter with a value of 2,27. However, these two plants were still included in the very high accumulator plant group which has a BCF value > 1.*

Keywords: phytoremediation, gold mining, Hg metal.

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

Gambar **Halaman**

DAFTAR SINGKATAN

PETI	Pertambangan Emas Tanpa Izin
Hg	Merkuri
Cu	Tembaga
Pb	Timbal
N	Nitrogen
P	Fosfor
K	Kalium
Mdpl	Meter diatas Permukaan
NASA	*National Aeronautics and Space Administration*
pH	*Potensial of Hydrogen*
KTK	Kapasitas Tukar Kation
AAS	*Atomic Absorbtion Specthrophotometry*
HNO_3	Asam Nitrat
HCl	Asam Klorida
BCF	*Biological Concentration Factor*
BMKG	Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
TCLP	*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*
TK	Tingkat Konsentrasi

DAFTAR LAMPIRAN

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan alam yang berpotensi tinggi untuk menghasilkan sumber daya yang akan menunjang kelangsungan hidup bagi makhluk hidup di atasnya. Terkhusus pada Kabupaten Kuantan Singingi yang memiliki penghasilan utama dalam sektor pertanian, peternakan, hingga sektor pertambangan dan industri yang sejak dahulu masih menjadi penunjang perekonomian masyarakat. Sektor pertambangan yang paling mendominasi di Kabupaten Kuantan Singingi adalah pertambangan emas. Kabupaten ini memiliki lahan dengan potensi sumber emas yang cukup luas baik di daratan maupun di daerah perbukitan yaitu sekitar 12.413,37 ha, data ini berdasarkan data Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Kabupaten Kuantan Singingi (Zuhri, 2015). Sumber bahan mineral lainnya yang tersedia di Kabupaten Kuantan Singingi yaitu batu bara, emas, koalin, pasir, batu mulia, bentonit dan batu gamping (Kurnia, 2013).

Masyarakat di Kabupaten Kuantan Singingi salah satunya pada Kecamatan Singingi Hilir sudah banyak yang ketergantungan terhadap aktifitas pertambangan emas ini dan beberapa masyarakat yang semulanya merupakan petani karet dan sawit akhirnya berpindah haluan untuk bekerja sebagai buruh tambang. Aktifitas pertambangan yang selama ini dilakukan adalah sebagai usaha eksploitasi sumber daya alam secara berlebihan. Kegiatan tambang emas di daerah ini juga masih menggunakan cara manual yaitu dilakukan dengan cara yang sederhana (Aryanti dan Novita, 2019). Metode yang digunakan adalah dengan cara amalgamasi merkuri dimana metode ini akan menghasilkan limbah berupa lumpur yang disebut *tailing*. Menurut Fauziyah (2009), *tailing* adalah limbah (lumpur) yang dihasilkan dari kegiatan pengolahan pertambangan emas dalam jumlah banyak dan dapat menjadi masalah yang sangat serius, yaitu menurunnya kualitas tanah, karena *tailing* dibuang begitu saja tanpa proses pengolahan lebih lanjut. Kegiatan tambang emas ini berjalan tidak sesuai dengan ketentuan yang berlaku sehingga banyak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan bahkan terhadap masyarakat sekitar.

Tanah bekas pertambangan ini akan mengandung merkuri dan logam berat

lainnya yang sulit untuk dipulihkan karena logam dalam tanah tidak mengalami biodegradasi sehingga akan mencemari lahan pertanian. Kegiatan pertambangan emas ini akan menghasilkan sekitar 1-3 gram merkuri yang terlepas ke lingkungan dari proses amalgamasi konsentrat (Telmer, 2007). Untuk mengurangi logam berat ini perlu dilakukan remediasi. Salah satu teknologi untuk remediasi tanah yang tercemar logam berat akibat aktivitas penambangan emas ini adalah teknologi remediasi berbasis tumbuhan yang sering disebut dengan fitoremediasi. Usaha fitoremediasi ini merupakan sebuah inovasi yang berbasis ramah lingkungan, biaya yang terjangkau serta dapat meningkatkan estetika lahan yang tadinya kosong dan tertinggal oleh masyarkat sekitar.

Fitoremediasi dapat mengurangi konsentrasi logam berat dalam tanah dengan penanaman tanaman akumulator. Tanaman akumulator dapat bertahan hidup dengan keadaan konsentrasi logam berat yang tinggi sehingga dapat menyerap logam berat sebesar 1% dari berat keringnya (Fahruddin, 2012). Penelitian yang dilakukan oleh Tagentju dkk. (2018) menunjukkan bahwa bunga matahari dapat mengakumulasi logam berat terkhusus logam Ni sebesar 6,59 mg/kg berat kerig dan hasil ini merupakan hasil terbaik dibanding dengan tanaman jarak pagar (*Jatropha Curcas* L.) dan sawi hijau (*Brasicca Rapa* L.) yang masing masingnya hanya dapat menyerap 0,25 dan 0,26 mg/kg berat keringnya. Selain bunga matahari, tanaman hias lainnya yang mampu mengakumulasi logam berat yaitu bunga lidah mertua (*S. trifasciata*). Penelitian Ratnawati dan Risna (2018) mendapatkan hasil bahwa lidah mertua dapat mengakumulasi logam Pb dalam keadaan kontrol, 200 mg/kg dan 500 mg/kg konsentrasi Pb yaitu secara berturut turut sebesar 53,70% ; 48,50% ; dan 52,40% yang menunjukkan bahwa tanaman lidah mertua ini dapat lebih banyak menyerap logam berat dibandingkan dengan tanaman jengger ayam.

Tingginya penyerapan logam berat oleh tanaman juga dipengaruhi oleh sifat fisik, biologi serta kimia tanah yang sesuai dengan kebutuhan tanaman akumulator. Namun demikian untuk mempercepat penyerapan hara termasuk logam berat merkuri dari tanah memerlukan penambahan bahan organik. Bahan organik berfungsi untuk menyediakan unsur hara, penyedia energi bagi mikroba dan fauna tanah sehingga aktivitas untuk memperbaiki dan menyangga agregat tanah lebih efisien (Handayanto dan Hairiah, 2007). Keberadaan bahan organik

dalam tanah selain dimanfaatkan oleh mikroba sebagai sumber energinya, juga dapat bereaksi dengan logam berat membentuk senyawa kompleks (*organo metalic complex*) sehingga dapat mengurangi sifat racun logam berat (Stevenson, 1982).

Berdasarkan uraian diatas penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang **"Fitoremediasi Logam Hg Tanah Pasca Pertambangan Emas Kecamatan Singingi Hilir Menggunakan *Helianthus annus* L. dan *Sansivieria trifasciata* P. dengan Penambahan Bahan Organik"**

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tanaman *Helianthus annus* L. dan *Sansevieria trifasciata* P. dengan penambahan bahan organik berupa biochar dan kompos terhadap proses fitoremediasi logam Hg pada tanah pasca pertambangan emas di Kecamatan Singingi Hilir.

1.3. Manfaat

1. Penelitian ini bermanfaat untuk menurunkan kadar logam berat pada tanah pasca tambang emas di Kecamatan Singingi Hilir.
2. Penelitian ini bermanfaat untuk mengurangi lahan tidur karena perlakuan oknum yang tidak bertanggung jawab.
3. Penelitian ini bermanfaat agar lahan yang ditinggalkan oleh warga setempat dapat dimanfaatkan sebagai lahan yang produktif baik sebgai objek wisata maupun lahan pertanian sehingga bisa mendapatkan keuntungan.

1.4. Hipotesis

Tanaman *Helianthus annus* L. dan *Sansevieria trifasciata* P. dengan penambahan bahan organik berupa biochar dan kompos memberikan dampak signifikan terhadap proses fitoremediasi logam Hg pada lahan pasca pertambangan emas di Kecamatan Singingi Hilir.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bunga Matahari (*Helianthus annus* L.)

Bunga matahari merupakan tanaman asli Amerika Utara yang berasal dari negara bagian Kansas dan tumbuh liar di kawasan Amerika Serikat (Cobia, 1978). Menurut Putri (2016) dalam taksonomi tumbuhan, kalsifikasi bunga matahari yaitu, Kingdom: Plantae, Divisi: Magnoliophyta, Kelas: Magnoliopsida, Ordo: Asterales, Famili: Asteraceae, Genus: *Helianthus*, Spesies: *Helianthus annus* L.

Kristio (2007) mendeskripsikan bunga matahari sebagai bunga yang memiliki daun berwarna hijau berbentuk jantung dengan panjang 15 cm dan lebar 12 cm, dan merupakan daun tunggal. Ujung daunnya meruncing, sedangkan pangkal daunnya membelah. Tepi daunnya rata dan tulang daunnya menyirip. Tangkai daunnya yang panjang tersusun pada batang utama. Tumbuhan ini berbatang lunak (*herbaceus*) dengan bentuk bulat tumbuh tegak lurus mencapai 3 meter dan berair. Batang utama tidak berkambium, kasar, dan berbulu. Bunga matahari berakar tunggang serta memiliki epidermis berupa rambut-rambut akar. Bunganya berukuran besar seperti cawan dengan mahkota seperti pita kuning di sepanjang tepi cawan. Tengah cawan itu terdapat bunga-bunga kecil berbentuk tabung dengan warna coklat. Diameter bunganya sekitar 10-15 cm. Biji bunga matahari berasal dari bunga-bunga kecil yang dibuahi, berwarna hitam dengan garis-garis berwarna putih berkumpul di dalam cawan. Jika biji-biji ini sudah matang maka mudah dilepaskan dari cawannya.

Bunga matahari dapat tumbuh di dataran rendah sampai ketinggian 1.500 meter di atas permukaan laut dengan curah hujan 50-80 mm/bulan (Hasanah and Wikardi, 1989). Bunga matahari tidak dapat hidup di daerah yang tergenang air karena akarnya akan mudah busuk (Jaenudin dkk, 2016). Tanah yang cocok untuk tumbuh yaitu berpasir dan tidak asam atau asin, serta pH berkisar antara 5,7-8,1. Bunga matahari dapat hidup dengan suhu berkisar 43-82^{0}F (6-28^{0}C) dan toleran terhadap suhu minimum yang dapat mencapai suhu 28,4^{0}F (±2^{0}C).

2.2. Bunga Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata*)

Tanaman *Sansevieria trifasciata* atau yang dikenal dengan tanaman lidah mertua merupakan tanaman hortikultura yang lebih tepatnya yaitu tanaman hias. Menurut Tahir dan Maloedyn (2008) kalsifkasi bunga lidah mertua yaitu: Kingdom: Plantae, Subkingdom: Tracheobionta, Divisi : Magnoliophyta, Sub Divisi: Angiospermae, Kelas: Monocotyledonae, Ordo: Liliales, Famili: Agavaceae, Genus: *Sansevieria*, Spesies: *Sansevieria trifasciata.*

Tanaman ini tergolong dalam famili *Agavaceae* yang habitat aslinya adalah daerah tropis yang kering serta memiliki daya tarik sendiri dalam komoditinya yaitu bentuk daunnya yang bervariasi (bulat lonjong, meruncing, bergelombang), motif dan warna daun, bunga mekar hanya pada malam hari, dan memiliki manfaat ekologis sebagai penyerap polutan (Ardigusa dan Dewi, 2015). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh badan Antariksa Amerika Serikat (NASA) tanaman ini mampu menyerap 107 jenis unsur berbahaya yang menurut Purwanto (2006), *Sanseviera* mengandung bahan aktif pregnane glikosid yang mampu mereduksi polutan menjadi asam organik, gula dan beberapa senyawa asam amino.

Lidah mertua merupakan tumbuhan berbiji tunggal (monokotil), sehingga akarnya serabut, berwarna putih dan akan tumbuh dari bagian pangkal daun dan menyebar ke segala arah di dalam tanah. Pada tanaman ini batang termodifikasi menjadi rimpang (rhizoma). Organ ini berfungsi sebagai tempat penyimpanan sari-sari makanan hasil fotosintesis. Tanaman ini memiliki bunga yang terdapat dalam malai yang tumbuh tegak dari pangkal batang dan termasuk bunga uniseksual. tanaman *Sansevieria* memiliki daun yang mengandung air (*Sucullen*) tidak lengkap, hanya terdiri dari helaian (folium) dan pelepah (vagina). Daging daun tebal dan kaku serta memiliki warna yang beragam, mulai hijau tua, hijau muda, hijau abu-abu dan warna kombinasi putih kuning atau hijau kuning. Motif alur atau garis-garis yang terdapat pada helai daun juga bervariasi, ada yang mengikuti arah serat daun, tidak beraturan dan ada juga yang zigzag (Rosanti, 2017).

2.3. Fitoremediasi

Istilah fitoremediasi berasal dari kata Inggris *phytoremediation* yang berasal dari kata *phyto* yang dalam bahasa yunani *phyton* berarti tanaman sedangkan *remediation* yang berasal dari bahasa latin *remedium* = menyembuhkan (Fahruddin, 2012). Fitoremediasi adalah pemanfaatan tumbuhan hijau ataupun mikroorganisme yang berasosiasi untuk menyerap, memindahkan, menurunkan aktivitas unsur toksik, dan mengurangi kandungan senyawa toksik dalam tanah (Truu *et al*., 2003). Secara tidak langsung fitoremediasi merupakan suatu usaha menghilangkan, memindahkan, menstabilkan atau menghancurkan bahan pencemar baik senyawa organik maupun non organik yang memanfaatkan tanaman dan dilakukan secara *in-situ.*

Selama dua dekade terakhir pengembangan dan penerapan metode remediasi berbasis tumbuhan mendapat perhatian khusus di neara maju seperti Amerika serikat, Australia dan Eropa. Mengingat bahwa teknologi ini sangat potensial dan menguntungkan. Teknologi ini akan memberikan banyak dampak positif selain memperbaiki tanah teknologi ini akan memberikan keuntungan juga terhadap kesehatan manusia. Fitoremdiasi ini memiliki banyak keuntungan yang dijelaskan oleh Sidauruk dan Patricius (2015) yaitu biaya yang relatif murah bila dibandingkan dengan teknik *in situ* atau *ex situ* lainnya, kemampuannya untuk menghasilkan buangan sekunder yang lebih rendah sifat toksiknya, lebih bersahabat dengan lingkungan serta lebih ekonomis dan memberikan efek yang bersifat permanen, namun teknologi ini juga memiliki kekurangan yaitu memakan waktu yang lama, proses penyerapan sangat bergantung pada kedalaman akar serta toleransi tanaman terhadap kontaminan dan polutan dapat masuk ke rantai makanan melalui tumbuhan hiperakumulator yang dimakan oleh hewan herbivora setempat.

Sehubung dengan berkembangnya teknologi fitoremediasi maka tumbuhan hiperakumulator logam menjadi sangat penting. Tanaman hiperakumulator mampu mengakumulasi logam dengan konsentrasi lebih dari 100 kali melebihi tanaman normal, dimana tanaman normal mengalami keracunan logam yang menyebabkan penurunan produksi hingga mati. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan serangkaian proses fisiologis dan biokimiawi serta ekspresi gen-gen yang mengendalikan penyerapan, akumulasi dan toleransi tanaman terhadap

logam (Hidayati, 2013). Suatu tumbuhan dapat disebut hiperakumulator apabila memiliki karakter-karakter sebagai berikut: (i) Tumbuhan memiliki tingkat laju penyerapan unsur dari tanah yang lebih tinggi dibanding tanaman lainnya, (ii) Tumbuhan dapat mentoleransi unsur dalam tingkat yang tinggi pada jaringan akar dan tajuknya, dan (iii) Tumbuhan memiliki laju translokasi logam berat dari akar ke tajuk yang tinggi sehingga akumulasinya pada tajuk lebih tinggi dari pada akar (Brown *et al.*, 1995). Tanaman dapat membantu membersihkan berbagai macam polutan seperti logam-logam, pestisida, minyak maupun bahan peledak (*explosives*). Setelah tersimpan dalam tanaman, hal ini dapat mencegah perpindahan polutan dari suatu tempat ke tempat lain karena angin, hujan maupun air tanah. Jadi tanaman dapat melokalisasi polutan sehingga tidak menyebar ke areal yang lebih luas (Widyati, 2009).

2.3.1. Mekanisme Fitoremediasi

Berdasarkan mekanisme tanaman, Fahruddin (2012) menyatakan bahwa dalam meremediasi logam berat maupun senyawa organik pencemar lainnya dapat dibagi menjadi beberapa proses yaitu:

1. Fitoekstrasi mencakup penyerapan bahan pencemar yang dilakukan oleh akar dan akan ditranslokasikan atau akumulasi senyawa pencemar ke bagian tumbuhan yang lain seperti daun dan tajuk.
2. Rizofiltrasi adalah kemampuan akar tumbuhan untuk menyerap, mengendapkan dan mengakumulasi logam berat dan senyawa lainnya dari aliran limbah dengan tujuan untuk membersihkan lingkungan sekitar.
3. Fitodegradasi merupakan usaha merubah atau memetabolisme bahan pencemar dalam jaringan. Dehalogenase merupakan salah satu contoh dalam mekanisme ini dimana merombak senyawa bergugus oksigenase atau halogen dalam perombakan senyawa aromatik.
4. Fitostabilisasi adalah suatu fenomena menstabilkan tanah yang tercemar dengan memproduksi senyawa kimia tertentu.
5. Fitovolatilisasi merupakan fenomena tumbuhan menyerap kontaminan lalu melepaskannya ke atmosfir melalui daun.
6. Fitotrasformasi merupakan perubahan senyawa yang beracun menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti karbon dioksida, air dan metan

sebagai bentuk bahan yang tidak beracun. Tanaman akan merombak bahan organik dengan menggunakan air sebagai bahan bakarnya.

2.3.2. Aplikasi Fitoremediasi

Para ilmuwan di sebagian belahan dunia berlomba untuk melakukan percobaan mengenai lingkungan baik sesuatu yang ramah lingkungan maupun perbaikan lingkungan yang telah rusak. Salah satu upaya perbaikan lingkungan tercemar yan ramah lingkungan yaitu dengan teknologi fitoremediasi. Proses fitoremediasi tanaman digunakan untuk mengestraksi dan menghilangkan senyawa polutan termasuk logam berat dan juga dapat melakukan mineralisasi (Macek *et al.,* 2000). Kemampuan tanaman dalam bertahan dalam cekaman senyawa polutan ini akan menimbulkan respon stress yang beragam, ada yang peka sehingga tidak dapat mengatasi stress cekaman nya namun ada juga yang tahan karena memiliki mekanisme pencegahan sehinga menjadi toleran terhadap stress dan mengakumulasi ion ion logam dalam organ-organnya (Hopkins, 1999). Tanaman yang mampu menyerap unsur hara dalam konsentrasi tiggi dan juga dapat bertahan dalam lingkungan yang memiliki unsur hara yang tinggi disebut dengan hiperakumulator, dimana mampu mengakumulasi ion logam 100 kali dibanding tanaman akumulator lainnya (Brooks *et al.,* 1998).

Pemanfaatan tumbuhan untuk meremdiasi lahan terkontaminasi sangat bergantung dengan pemahaman dan pengetahuan tentang tingkat kemampuan dalam menyerap senyawa yang terdapat dalam tanah. Chaney *et al.,* (1997) mengemukakan bahwa karakteristik dari tanaman yang mampu meremediasi logam berat itu bersifat hipertoleran agar dapat mengakumulasi logam berat, mampu menyerap logam berat dalam konsentrasi tinggi dan juga dapat mentranslokasikan logam berat dari akar ke bagian tanaman lainnya. Pencemaran tanah dapat dibersihkan dan disterilisasikan dengan akar tanaman yang mencapai beberapa meter lalu aan mendukung aktifitas dari bakteri yang terdapat didalam tanah sehingga kapasitas metabolisme bakteri dapat lebih optimal dan memberikan perbaikan tanah secara fisik maupun kimia (Fahruddin, 2012)

Tanaman yang dapat meremediasi air memiliki kemampuan yang berbeda dalam menyerap dan mengakumulasi logam berat. Senyawa logam berat yang berada dalam air dalam konsentrasi tinggi akan meracuni kehidupan di dalam air,

maka dari itu usaha untuk meremediasinya sangat dibutuhkan. Tanaman air yang dapat bertahan dalam keadaan tercekam logam berat akan menyerap sebagian senyawa logam berat sebagai unsur hara yang diperlukan dalam kehidupannya. Penyerapan ini tentu sesuai dengan jenis tanaman dan komposisi yang seimbang akan menghasilkan proses fitoremediasi yang optimal (Fahruddin, 2012).

2.4. Pertambangan Emas di Kabupaten Singingi Hilir

Kabupaten Kuantan Singingi (Kuansing) merupakan kawasan berkembang yang memiliki berbagai permasalahan kompleks dalam sektor pertambangannya. Salah satu kecamatan yang ada di Kabupaten Kuansing ini yaitu Singingi Hilir yang menjadi salah satu daerah yang memiliki pertambangan emas yang cukup banyak. Hal ini ditandai dengan semakin maraknya aktivitas Pertambangan Emas Tanpa Izin (PETI) di daerah ini yang sudah berlangsung sekitar tahun 2007 silam dan terus meningkat karena alasan ekonomi (Rahmayani dkk., 2014). PETI merupakan usaha pertambangan yang di lakukan oleh perseorangan, sekelompok orang, atau Perusahaan/yayasan berbadan hukum yang dalam operasinya tidak memiliki izin dari instansi Pemerintah sesuai Peraturan Perundang-Undangan yang berlaku (Anjami, 2014).

Kegiatan tambang emas ini banyak menjadi sorotan masyarakat karena selain merusak lingkungan juga membahayakan jiwa penambang karena keterbatasan pengetahuan dan juga karena tidak adanya pengawasan dari instansi terkait (Yudhistira dkk., 2011). Hal ini terjadi karena pertambangan emas akan mengakibatkan perubahan bentang alam, habitat, struktur tanah, air dan sebagainya. Dampak negatif lainnya terhadap lingkungan hidup yaitu menyebabkan berubahnya estetika lingkungan, habitat flora dan fauna menjadi rusak, penurunan kualitas tanah, penurunan kualitas air penurunan muka air tanah, timbulnya debu dan kebisingan (Ahyani, 2011). Limbah pertambangan emas ini akan merusak biodiversitas dan paling besar berdampak pada pertumbuhan tanaman karena ketersediaan hara yang rendah seperti N, P, C-Organik, KTK dan pH tanah yang diikuti dengan logam berat terkandung sangat tinggi (Hamzah dkk., 2012). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Lestarisa (2010) pertambangan emas juga berdampak pada kesehatan penambang, yang

menyebabkan penambang banyak yang merasakan sakit kepala, menggigil atau gemetar dan beberapa merasakan kaku pada persendian.

Menurut Fahruddin (2012) tambang emas ini akan menurunkan kadar pH tanah secara drastis sehingga unsur hara makro tanah tidak tersedia karena terikat oleh ion ion logam. Berbeda dengan unsur hara mikro yang terdiri atas logam logam setelah adanya kegiatan ini ketersediaannya pada tanah akan jauh meningkat. Bukti nyata yang sering terlihat pada tanaman yang mengalami keracunan logam berat yaitu terjadinya nekrosis, kehilangan turgor, penurunan laju perkecambahan biji, dan kelumpuhan aparatus fotosintesis yang akan mengakibatkan proses penuaan tanaman atau kematian terhadap tanaman budidaya. Semua efek tersebut terjadi karena adanya perubahan ultrastruktural, biokimia dan molekuler dalam jaringan tanaman dan sel sebagai akibat dari keberadaan logam berat tersebut. Menurut Jadia dan Fulekar (2009) pengaruh konsentrasi logam berat yang tinggi terhadap tanaman yaitu terjadinya penghambatan enzim sitoplasma dan perusakan struktural sel karena terjadi cekaman oksidatif. Selain itu pertambangan ini juga akan merusak lingkungan karena akan menebang kawasan hutan pohon pohon pelindung secara besar besaran sehingga akan menyebabkan erosi tanah dan produktivitas tanah menurun (Sunuk dkk., 2018). Aktivitas pertambangan emas di daerah ini dalam jangka pendek akan memberi manfaat karena dapat menunjang pembangunan ekonomi dan sosial masyarakat sekitar terutama bagi pengusaha dan pekerja tambang itu sendiri, namun dalam jangka panjang sangat merugikan masyarakat karena dapat menimbulkan kerusakan lingkungan atau tata ruang penggunaan lahan serta mengabaikan perlindungan terhadap kesehatan dan keselamatan kerja (Santoso, 2018).

Proses penambangan emas dijelaskan oleh Lestarisa (2010), dilakukan dengan cara menyedot sedimen dasar sungai yang terdiri dari lumpur, pasir, batuan kerikil dan batuan kecil atau campurannya menggunakan alat penghisap/pompa yang digerakkan oleh mesin penggerak diesel. Berikutnya akumulasi air, pasir, batu, dan lumpur yang tersedot dialirkan melalui pipa paralon ke *cash box* pertama yang letaknya lebih tinggi (di bagian atas rakit), untuk kemudian diteruskan mengalir dan melewati *cash box* kedua di bagian bawah. *Cash box* ini terbuat dari kayu yang dilapisi dengan karpet beledru atau

sejenisnya yang berfungsi sebagai penangkap endapan yang mengandung butiran emas. Pemurnian merupakan proses yang terakhir yaitu dengan cara memisahkan bijih/butiran emas yang masih tercampur dengan komponen lain (mentah) dengan menggunakan bahan kimia yaitu raksa/merkuri (Hg) (Rahmayani dkk., 2014). Menurut Mirdat (2013) salah satu cara pengolahan bijih emas adalah proses amalgamasi yang menggunakan merkuri (Hg) dalam proses pengolahannya untuk membantu pemisahan karena sifatnya mengikat butiran- butiran emas agar mudah dalam pemisahan dengan partikel-partikel lainnya. Limbah Hg dan komponen lain tadi, kemudian dibuang ke lingkungan atau perairan sungai tanpa memikirkan akibat selanjutnya (Lestarisa, 2010). Hal ini disebabkan karena limbah logam termasuk kontaminan tidak dapat mengalami degradasi baik secara biologis maupun kimiawi yang dapat menurunkan kadar racunnya sehingga dampaknya bisa berlangsung sangat lama. Kemungkinan yang terjadi adalah logam akan mengalami transformasi sehingga dapat meningkatkan mobilitas dan sifat racunnya.

2.5. Bahan Organik

Upaya untuk meningkatkan penyerapan kandungan logam berat dalam tanah dengan menggunakan tanaman dapat dengan penambahan bahan organik yang dapat membantu tugas tanaman untuk melakukan remediasi tanah yang tercemar logam berat. Menurut Stevenson (1997) bahan organik memiliki peranan penting selain sebagai penyangga pH, sebagai sumber hara, dapat meningkatkan kapasitas pegang air, juga dapat mengkelat logam-logam. Contoh dari bahan organik yang dapat digunakan yaitu kompos dan biochar. Pemberian kedua bahan organik ini juga akan saling melengkapi karena kompos akan memberikan semua unsur hara dan garam mineral yang dibutuhkan sedangkan biochar membantu menjaga tanah agar tetap lembab sehingga air dan unsur hara dapat tertahan di tanah (Santi dan Goenadi, 2010). Kedua dari bahan ini bisa digunakan untuk sumber sumber asam asam organik yang mampu mengontrol kelarutan logam dalam tanah dan berperan sebagai sumber hara bagi tanaman (Hamzah dkk, 2012). Asam asam organik ini dapat mengelat unsur unsur beracun dalam tanah sehingga mejadi tidak berbahaya lagi bagi tanaman.

2.5.1. Kompos

Kompos merupakan bahan organik, seperti daun-daunan, jerami, alang-alang, rumput-rumputan, dedak padi, batang jagung, sulur, carang-carang serta kotoran hewan yang telah mengalami proses dekomposisi oleh mikroorganisme pengurai, sehingga dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah (Setyorini, 2006). Kompos mengandung hara-hara mineral yang esensial bagi tanaman. Kompos merupakan bagian penting karena dapat meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah dan juga dapat meningkatkan sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Khairuna dkk., 2015). Razali (2002), menyatakan bahwa kompos padat dapat meningkatkan pH, C-organik dan P tersedia tanah. Kompos dapat meningkatkan hara mikro dengan mengelat hara mikro dari tanah dan kompos (Hardjowigeno, 1993). Bahan organik kompos memiliki kandungan asam humat yang dapat mengkhelat unsur logam (Beesley *et al*., 2014). Asam humat merupakan bahan yang dapat memperbaiki kondisi tanah dengan kemampuannya untuk berinteraksi dengan ion logam, oksida dan hidroksida, termasuk zat pencemar lainnya (Trevisan *et al*., 2010).

2.5.2. Biochar

Biochar merupakan biomassa organik yang mengalami dekomposisi kimiawi dengan menggunakan suhu panas dan dapat digunakan dengan skala sederhana yang dapat mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan hingga level terendah seperti pada kasus dalam pertanian (Hidayat, 2015). Biochar dibuat menggunakan proses pirolisis dengan bahan baku yang digunakan adalah limbah-limbah pertanian dan limbah kehutanan. Bila limbah-limbah tersebut mengalami pembakaran dalam keadaan tanpa oksigen akan menghasilkan 3 substansi, yaitu: metana dan hidrogen yang dapat dijadikan bahan bakar, bio-oil yang dapat diperbaharui dan arang hayati (biochar) (Basri dan Abdul, 2011).

Zhang *et al.* (2013) menemukan bahwa biochar yang diberikan ke tanah dapat berpotensi untuk mengurangi bioavailabilitas, pelindian logam berat dan pollutan organik dalam tanah melalui adsorpsi dan reaksi fisikokimia selain itu biochar juga mempunyai sifat basa yang dapat meningkatkan pH tanah,

meningkatkan nilai KTK tanah dan menstabilisasikan ketersediaan logam berat dalam tanah. Biochar memiliki sifat yang alkalin sehingga dapat menyebabkan logam berat berubah menjadi ke bentuk tidak tersedia di dalam tanah (Khan *et al*., 2018) dan dapat menstabilisasi logam berat (Hidayat, 2015). Biochar memiliki permukaan yang luas dan kapasitas yang tinggi untuk menyerap logam berat yang berpotensi dalam mengurangi bioavailabilitas (potensi masuknya logam berat ke dalam rantai makanan) dan pelindian logam berat dan juga polutan organik dalam tanah melalui adsorpsi dan reaksi fisikokimia lainnya (Park, 2011). Aplikasi biochar untuk perbaikan dari tanah yang tercemar dapat memberikan solusi baru untuk masalah polusi tanah.

2.6. Logam Merkuri (Hg)

Logam berat secara secara alami sudah tersedia di alam yang awalnya berasal dari proses pelapukan, atau dari letusan gunung merapi dapat memberikan kontribusi kepada alam (Suhendrayatna, 2001). Pemanfatan logam berat pada berbagai jenis pestisida juga terbukti memberikan kontribusi dalam peningkatan konsentrasi logam berat dalam tanah dan tanaman (Ogunlade, 2010). Merkuri, ditulis dengan simbol kimia Hg yang berarti “perak cair” (*liquid silver*) adalah jenis logam sangat berat yang berbentuk cair pada temperatur kamar, berwarna putih-keperakan, memiliki sifat konduktor listrik yang cukup baik, tetapi sebaliknya memiliki sifat konduktor panas yang kurang baik. Merkuri membeku pada temperatur –38.9^{o}C dan mendidih pada temperatur 357°C (Mirdat dkk., 2013). Merkuri berwujud cair pada temperatur kamar, mudah menguap (tekanan gas/uapnya adalah 0,0018 mm Hg pada 25°C), terjadi pemuaian secara menyeluruh pada temperatur 396°C, dapat melarutkan berbagai logam untuk membentuk alloy yang disebut juga amalgam (Pallar, 1994). Merkuri akan bersifat toksik yang memiliki sifat diantaranya yaitu tingkat afinitasnya kuat, kecenderungan membentuk ikatan kovalen dengan molekul organik dan stabilitas ikatan Hg-C nya rendah terhadap oksigen (Fahruddin, 2012).

Merkuri pada tanah secara alami sudah ada dan tidak dapat teregradasi, dapat menetap di tanah dan badan air untuk waktu yang lama, sehingga dapat terus meningkat dari waktu ke waktu sesuai dengan penggunaan lahan sekitar

(Govindasamy *et al*, 2011). Berdasarkan PP 101/2014 apabila limbah atau buangan produk yang terkontaminasi merkuri kecil dari 10 ppm dan lebih besar dari 0,3 ppm termasuk kedalam limbah kategori dua yang merupakan limbah dengan efek tidak langsung (*delayed effect*) terhadap manusia dan lingkungan hidup serta memiliki toksisitas sub-kronis atau kronis.nilai baku mutu karakteristik beracun melalui TCLP dan total konsentrasi untuk penetapan pengelolaan tanah terkontaminasi limbah B3 tertera pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Batas Normal Konsentrasi Merkuri Pada Tanah

Total Konsentrasi (TK)	Nilai Baku Mutu (mg/kg)
TK-A	300
TK-B	75
TK-C	0,3

Merkuri dapat membentuk berbagai persenyawaan baik anorganik (seperti oksida, klorida, dan nitrat) maupun organik. Merkuri dapat menjadi senyawa anorganik melalui oksidasi dan kembali menjadi unsur merkuri (Hg) melalui reduksi. Merkuri anorganik menjadi merkuri organik melalui kerja bakteri anaerobic tertentu dan senyawa ini secara lambat berdegredasi menjadi merkuri anorganik. Merkuri dalam bentuk logam tidak begitu berbahaya, karena hanya 15% yang bisa terserap tubuh manusia. Tetapi begitu terpapar ke alam, dalam kondisi tertentu ia bisa bereaksi dengan metana yang berasal dari dekomposisi senyawa organik membentuk metil merkuri yang bersifat toksis yang sebagian besar akan berakumulasi di otak. Limbah merkuri bisa berasal dari hasil pertambangan logam, proses alam seperti aktivitas vulkanik, buangan laboratorium kimia, batu baterai bekas, fungisida, amalgamasi, dan limbah pembuatan kertas (Fahruddin, 2012).

Salah satu penyebab pencemaran lingkungan karena merkuri adalah pembuangan tailing hasil pengolahan tambang emas yang diolah secara amalgamasi, dimana merkuri akan diberi beberapa perlakuan seperti putaran, tumbukan, atau gesekan sehingga sebagian merkuri akan membentuk amalgram dengan logam-logam dan sebagian hilang dalam proses (Lestarisa, 2010). Merkuri

akan digunakan pada saat proses pemurnian bijih emas yang masih tercampur komponen lain (Rahmayani dkk., 2014). Merkuri biasa digunakan sebagai bahan kimia pembantu dalam mengikat butiran - butiran emas agar mudah dalam pemisahan dengan partikel-partikel lainnya (Yulis, 2018).

III. MATERI DAN METODE

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Juli - November 2020 di Lahan Kecamatan Tuah Madani Kota Pekanbaru Provinsi Riau dan analisis sampel dilakukan di Balai Riset dan Standarisasi (BARISTAND) Industi Padang. Untuk sampel tanah sebelumnya diambil di kawasan Pasca Pertambangan Emas Tanpa Izin Desa Sungai Paku Kecamatan Singingi Hilir Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *Polybag* ukuran 25x25 cm, ayakan, cangkul, kantong plastik, kertas label, penggaris, meteran, alat tulis, kamera sebagai alat dokumentasi, timbangan digital, *atomic absorbtion spectrophotometry* (AAS), pH meter, permeabilitas meter, oven, hotplate, autoclave, gelas ukur, shaker, erlemeyer, labu ukur, gelas beaker, pipet volumetric dan alat alat ukur lainnya. Bahan yang digunakan adalah tanah pasca tambang emas, bibit bunga matahari dan bunga lidah mertua, biochar, kompos, asam nitrat (HNO_3), asam klorida (HCl), *ferro sulfate*, alokohol 70%, dan aquades steril.

3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode pot eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial. Faktor pertamanya yaitu jenis fitoremediasi dan faktor kedua adalah bahan organik. Faktor pertama terdiri dari tiga perlakuan diantaranya yaitu tanpa fitoremediasi (F0), fitoremediasi menggunakan bunga matahari (*Helianthus annus*) (F1) dan fitoremediasi menggunakan bunga lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) (F2). Faktor yang kedua terdiri dari tiga perlakuan yaitu tanpa penambahan bahan organik (B0), penambahan kompos (B1) dan penambahan biochar (B2). Sehingga didapatkan kombinasi seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Kombinasi Perlakuan Tanaman Hiperkumulator dan Bahan Organik

Jenis Fitoremediasi (F) \ Bahan Organik (B)	Tanpa Pemberian Bahan Organik B0	Kompos B1	Biochar B2
Tanpa Fitoremediasi F0	F0B0	F0B1	F0B2
Bunga Matahari (*Helianthus annus*) F1	F1B0	F1B1	F1B2
Bunga lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) F2	F2B0	F2B1	F2B2

Keterangan :
F0B0 = Tanpa fitoremediasi + tanpa penambahan bahan organik (kontrol)
F0B1 = Tanpa fitoremediasi + kompos
F0B2 = Tanpa fitoremediasi + biochar
F1B0 = Bunga matahari + tanpa penambahan bahan organik
F1B1 = Bunga matahari + kompos
F1B2 = Bunga matahari + biochar
F2B0 = Bunga lidah mertua + tanpa penambahan bahan organik
F2B1 = Bunga lidah mertua + kompos
F2B2 = Bunga lidah mertua + biochar

Setiap perlakuan diulang tiga kali, sehingga didapati 27 unit percobaan. Penelitian akan dilaksanakan menggunakan *polybag* di lahan Kecamatan Tuah Madani Kota Pekanbaru. Analisis pH tanah dan logam Hg akan dilakukan sebelum dan sesudah proses fitoremediasi.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Persiapan Bibit Tanaman

Bibit bunga matahari dan lidah mertua yang digunakan telah dipilih dengan bentuk dan ukuran yang seragam lalu dibersihkan dari kotoran yang menempel untuk selanjutnya diaklimatisasi sebelum penelitian. Aklimatisasi tanaman dilakukan dengan menumbuhkan tanaman dalam *polybag* yang berisikan

tanah tidak tercemar dengan penambahan pupuk NPK (16-16-16) sebanyak 5 g pada setiap *polybag* selama 2 minggu. Tanaman berumur 2 minggu setelah diaklimatisasi, tanaman akan dilakukan penyortiran. Pada tahap aklimatisasi diamati berupa keberhasilan tumbuh tanaman. Karakteristik tanaman yang digunakan untuk penelitian selanjutnya adalah tumbuh subur dan tidak mengalami kematian (Ratnawati dan Talarima, 2017). Pada kegiatan seleksi akan dilihat tanaman yang seragam tingginya maupun jumlah daunnya.

3.4.2. Pengambilan Sampel Tanah Lahan Pasca Pertambangan Emas di Kecamatan Singingi Hilir

Sampel tanah pasca pertambangan emas diambil dari kawasan pasca Pertambangan Emas Tanpa Izin di Kecamatan Singingi hilir kabupaten Kuantan Singingi. Sampel tanah didapatkan dengan cara komposit di lima titik pada kedalaman 0-20 cm. Pengambilan sampel tanah ini selanjutnya akan digunakan untuk analisis dasar dan sebagai bahan media tanam. Persiapan media tanam dilakukan dua minggu sebelum tanam. Tanah yang digunakan untuk analisis dasar akan dimasukkan ke dalam plastik lalu dikeringanginkan selama tiga hari, ditumbuk dan diayak dengan ayakan 0-2mm untuk memisahkan batuan dari tanah sampel (Siahaan, 2012). Sampel tanah akan di analisis kadar merkuri dan pH di Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi (BARISTAND) Industri Padang.

3.4.3. Persiapan Media Tanam

Persiapan media tanam dilakukan dua minggu sebelum tanam. Media penanaman yang digunakan adalah polybag dengan ukuran 25 cm × 25 cm yang berisi tanah tercemar limbah pertambangan emas dan perlakuan komposisi dengan bahan organik dengan berat total sebesar 4 kg/polybag (Lestari dan Ahmad, 2020). Pada perlakuan B0 tanah tanpa dicampur bahan organik sehingga menggunakan tanah pasca tambang emas sebanyak 4 kg, B1 tanah dicampur dengan kompos dengan rasio 1:1, perlakuan B2 yaitu tanah dicampur biochar dengan rasio1:1 (Lestari dan Ahmad, 2020).

3.4.4. Penanaman

Penanaman bunga matahari dan bunga lidah mertua yang telah berumur dua minggu dipindahkan ke *polybag* berukuran 25x25 cm yang telah berisi media tanam sesuai dengan pelakuannya masing masing. Unit percobaan dengan tanaman bunga matahari sejumlah sembilan polybag dan tanaman bunga lidah mertua sebanyak sembilan *polybag* juga sehingga seluruh jumlah unit percobaannya yaitu 18 *polybag*. Setiap *polybag* terdiri dari satu tanaman. Perawatan akan dilakukan setiap hari meliputi penyiraman setiap pagi dan sore, pengecekan hama dan penyakit serta pencabutan gulma. Setelah 28 hari setelah pindah tanam, tanaman dipanen dan dilakukan analisis kadar Hg dalam akar serta tanah dalam *polybag*.

3.4.5. Analisis Tanah

Analisis sampel tanah dilakukan dua kali, yaitu pada tanah awal dan tanah setelah fitoremediasi. Sampel tanah awal diambil untuk menganalisis pH dan konsentrasi logam Hg yang terkandung pada tanah awal dan sesudah fitoremediasi di Balai Riset dan Standarisasi (BARISTAND) Industri Padang.

Analisis pH tanah dilakukan dengan cara menimbang tanah sebanyak 1gr dan diencerkan dengan akuades sebanyak 50ml, lalu pH diukur menggunakan pH meter (Musthafidah, 2016). Untuk menganaisis merkuri, sampel dipreparasi dalam bentuk cair agar mempermudah pada saat pembacaan konsentrasinya oleh alat AAS. Tanah yang diperlukan untuk analisis ini yaitu sebayak 1 gr dan ditambahkan larutan HNO_3 kemudian dipanaskan diatas *hot plate* ±3 jam. Sampel disaring dan diencerkan dengan akuades sebanyak 50ml lalu dianalisis menggunakan alat AAS (Musthafidah, 2016).

3.5. Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang akan diamati dalam penelitian ini yaitu meliputi:

1. pH tanah

Pengukuran pH tanah dilakukan sebelum dan sesudah proses fitoremediasi dengan menggunakan pH meter.

2. Kadar Merkuri (Hg) Tanah

Merkuri akan dianalisis sebelum dan sesudah fotoremediasi. Sampel tanah akan dikompositkan setiap ulangannya. Sampel tanah akan diambil untuk diamati konsentrasi Hg yang terkandung didalamnya dengan menggunakan AAS di Laboratorium.

3. Kadar merkuri (Hg) pada Akar Tanaman

Kadar merkuri (Hg) di akar tanaman diukur pada hari ke-28. Akar akan dipisahkan kemudian diukur kadar merkuri (Hg) menggunakan AAS di BARISTAND Padang.

4. *Biological consentration Factor* (BCF)

Biological consentration Factor atau bisa juga dikatakan Biokonsentrasi Faktor (BCF) digunakan untuk menghitung potensi bunga matahari dan bunga lidah mertua dalam meremediasi tanah tercemar logam berat Hg pasca pertambangan emas. Menurut Rachmawatie dkk. (2009), menghitung biokonsentrasi faktor dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{BCF} = \frac{\text{Rerata Hg dalam akar tanaman (mg/kg)}}{\text{Hg dalam tanah (mg/kg)}}$$

Nilai BCF dalam penelitian diharapkan >1, karena nilai BCF 1-10 menunjukkan tumbuhan tergolong akumulator tinggi, 0,1-1 menunjukkan tumbuhan tergolong akumulator sedang dan 0,01-0,1 menunjukkan tumbuhan tergolong nonakumulator (Tuheteru, 2017).

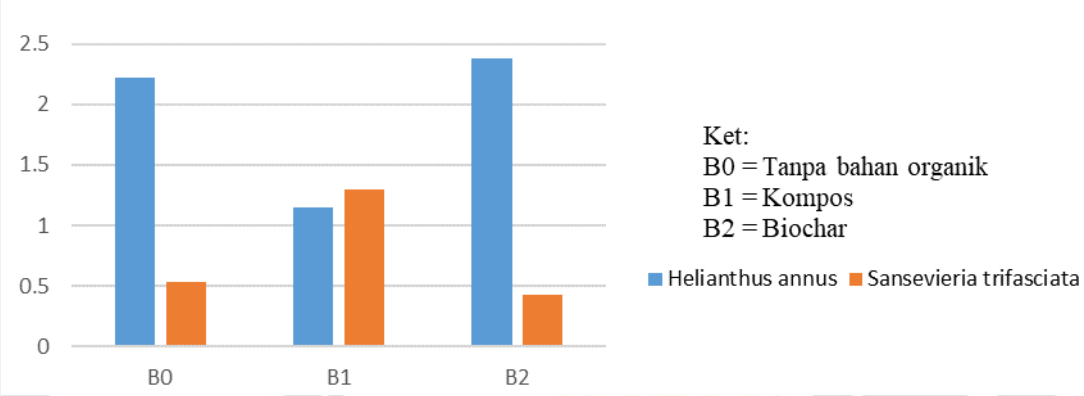
3.6. Analisis Data

Data hasil pengamatan ditampilkan dalam bentuk tabel serta dokumentasi dan dianalisis secara deskriptif. Analisis data menggunakan metode deskriptif yaitu menyederhanakan dan menata data untuk memperoleh gambaran secara keseluruhan dari objek yang diamati (Heriyansyah, dkk., 2017). Data hasil pengamatan kuantitatif dianalisis menggunakan analisis ragam dengan program SAS versi 9.2. Data pH media tanam dan kandungan merkuri (Hg) pada media tanam dan akar yang telah didapatkan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dengan taraf 5% untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh nyata dari perlakuan. Apabila terdapat pengaruh nyata dari perlakuan, maka diperlukan

uji lanjutan yaitu uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan di antara perlakuan (Lestari dkk., 2020).

4.3.1. Pengaruh Jenis Tanaman terhadap Akumulasi Merkuri

Pengaruh perbedaan jenis tanaman yang ditanam pada media yang berisikan tanah pasca tambang emas dengan bahan organik memiliki hasil yang bervariasi. Akumulasi merkuri yang berbeda ini terjadi karena adanya perbedaan dari jenis tanaman yang juga memiliki morfologi dan fisiologi yang berbeda. Hasil dari akumulasi merkuri pada akar dari masing-masing tanaman dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Diagram perbandingan akumulasi Hg pada *H. annus* L. dan *S. trifasciata* P.

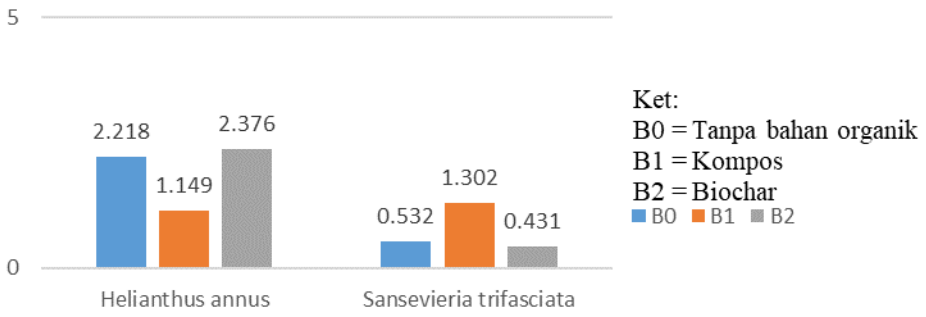
Berdasarkan Gambar 4.6. bisa diketahui bahwa nilai akumulasi merkuri berdasarkan jenis tanamannya rata-rata yang tertinggi yaitu pada bunga matahari. Hasil akumulasi merkuri pada akar bunga matahari tanpa penambahan bahan organik, kompos dan biochar berturut turut yaitu sebesar 2,218 mg/kg, 1,149 mg/kg dan 2,376 mg/kg. Jumlah akumulasi pada akar bunga matahari dengan penambahan kompos memiliki nilai yang cukup rendah di antara yang lainnya dikarenakan terjadi kematian pada salah satu tanaman di tengah proses fitoremediasi. Kematian tanaman ini disebabkan karena curah hujan di kota Pekanbaru yang cukup tinggi pada saat penelitian berlangsung. Berdasarkan data curah hujan dari BMKG pada bulan November 2020 curah hujan mencapai 301-400 mm dimana ini termasuk curah hujan yang tinggi (BMKG, 2020). Sedangkan tanaman ini biasa hidup dengan curah hujan 50-80 mm/bulan (Hasanah dan Wikardi 1989) karena bunga matahari yang sering tergenang air akan mengalami busuk pada bagian akar. Bunga matahari memiliki kemampuan yang tinggi dalam menyerap logam berat seperti timbal yaitu sebesar 73% dalam 12 minggu (Nurullah, 2019) selain itu juga dapat menyerap logam Cu hingga 91,65ppm

dalam waktu 28 hari (Mustafidah, 2016). Bunga matahari pun merupakan tanaman yang tepat karena menurut Jaenudin dkk. (2016) penanaman bunga matahari sebagai bioenergi di lahan bekas tambang sangat baik karena tidak termasuk tanaman pangan pokok yang dikonsumsi manusia dan tanaman ini mudah untuk beradaptasi dalam kondisi tanah yang kurang baik.

Hasil analisis merkuri pada akar bunga lidah mertua menggunakan AAS pada hari ke 28 HST yaitu dengan tanpa penambahan bahan organik bernilai sebesar 0,532 mg/kg, penambahan kompos sebesar 1,302 mg/kg dan yang terakhir dengan penambahan biochar sebesar 0,431 mg/kg. Hasil ini menunjukkan lebih kecil dibandingkan dengan hasil akumulasi pada akar bunga matahari. Serapan merkuri ini juga dipengaruhi oleh faktor fisiologi tanaman dalam mengambil unsur. Salah satunya yaitu volume akar tanaman itu sendiri. Akar pada tanaman lidah mertua ini terdapat rimpang dan juga memeiliki sedikit percabangan. Kondisi akar lidah mertia yang seperti ini yang menyebabkan rendahnya kandungan logam berat di dalam akar dan akarnya juga memiliki percabangan yang sedikit sehingga akar tanaman tidak dapat menyebar secara luas di dalam tanah (Haryanti dkk., 2013). Diperkuat oleh pernyataan Hardiani (2009) bahwa akar merupakan organ tanaman yang berfungsi dalam menyerap dan juga yang langsung kontak dengan logam berat dalam tanah. Sehingga apabila jumlah akar yang menyebar di dalam tanah sedikit dan pendek maka permukaan akar yang berpotensi untuk menyerap merkuri dalam tanah juga kecil dan berbanding lurus dengan konsentrasi merkuri yang akan terserap oleh tanaman.

4.3.2. Pengaruh Jenis Bahan Organik terhadap Akumulasi Merkuri

Jenis bahan organik yang diberikan pada media tanam juga akan memengaruhi dalam efisiensi penyerapan logam berat oleh tanaman. Bahan organik yang diberikan sudah memiliki sifat dasar yang dapat mempengaruhi lingkungan tanam tanaman. Hasil akumulasi merkuri oleh akar tanaman yang dipengaruhi oleh jenis bahan organik telah tersaji pada Gambar 4.7. berikut ini.



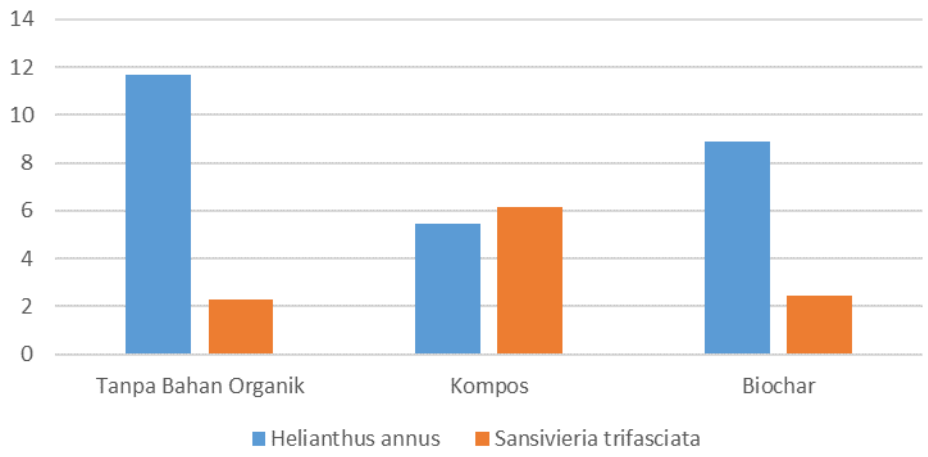
Gambar 4.7. Diagram perbandingan akumulasi Hg antar jenis bahan organik

Hasil analisis pada Gambar 4.7 menunjukkan hasil yang bervariasi tiap jenis bahan organiknya. Kandungan logam merkuri setelah 28 hari penanaman mengalami penurunan yang sangat signifikan dan dapat diakumulasi dengan baik oleh tanaman fitoremediator. Penyerapan logam berat juga dapat dilakukan dengan baik dengan penambahan bahan organik. Dari data yang tersaji dalam Gambar 4.7 terlihat bahwa dengan penambahan biochar (B2) dengan ditanami bunga matahari memiliki hasil yang paling dominan yaitu sebesar 2,376 mg/kg dan diikuti dengan tanpa penambahan bahan organik sebesar 2,218 mg/kg lalu yang paling kecil yaitu dengan penambahan kompos yaitu sebes 1,149 mg/kg. Berbeda dengan penggunaan bunga lidah mertua, hasil akumulasi tertinggi yaitu dengan penambahan kompos dengan hasil sebesar 1,302 mg/kg lalu diikuti dengan tanpa penambahan bahan organik sebesar 0,532 mg/kg dan yang terakhir yaitu dengan penambahan biochar yaitu sebesar 0,431 mg/kg. Bahan oranik ini berfungsi dalam peningkatan pertumbuhan tanaman sehingga seiring dengan penambahan pertumbuhan maka akumulasi logam berat semakin bertambah. Sesuai dengan pernyataan Arienzo *et al.* (2003) dengan terjadinya pertumbuhan tanaman maka logam-logam yang terkontaminasi tanah dapat terserap dengan baik, sehingga tidak lagi membahayakan lingkungan. Terbukti dalam penelitian Dharmawan (2003) bahwa media tanah *tailing* yang dicampur dengan kompos merupakan media yang mampu memberikan respon pertumbuhan tanaman yang lebih baik. Namun dari hasil analisis yang didapat, tanpa pemberian bahan organik juga dapat mengakumulasi cukup baik. Hal itu terjadi karena terbatasnya sistem *buffer* yang mampu menahan pertukaran ion logam berat pada kompleks pertukaran ion antara sistem perakaran tanaman dengan sistem larutan tanah (Hayati, 2010). Tanpa adanya bahan lain di dalam media tanam dapat

meningkatkan fungsi akar untuk menyerap merkuri karena akar dapat bersentuhan langsung dengan merkuri yang terkandung di dalam tanah. Maka dengan penyampuran bahan organik yang memiliki volume yang lebih besar dibanding tanah pasca tambang yang mengandung merkuri akan meningkatkan persebaran logam merkuri dalam tanah dan dapat mempersulit fungsi akar dalam menyerap logam merkuri.

4.4. *Biological Concentration Factor* (BCF)

Biological concentration factor (BCF) merupakan nilai perbandingan antara konsentrasi logam pada akar tanaman dengan konsentrasi logam pada tanah. Untuk menunjukkan besaran kemampuan suatu jenis tanaman dalam mengakumulasi logam berat dari tanah. Nilai BCF pada tanah diharapkan >1, karena nilai BCF 1-10 menunjukkan tumbuhan tergolong akumulator tinggi, 0,1-1 menunjukkan tumbuhan tergolong akumulator sedang dan 0,01-0,1 menunjukkan tumbuhan tergolong non akumulator (Tuheteru, 2017). Berdasarkan hasil perhitungan BCF pada Lampiran 4. diperoleh nilai berkisar 2,27 – 11,71. Perbandingan tingkatan nilai BCF antar tanaman dapat dilihat pada Gambar 4.5. berikut.



Gambar 4.8. Nilai *Biological Concentration Factor*

Berdasarkan hasil perhitungan BCF dengan membagi antara nilai konsentrasi merkuri pada akar dengan konsentrasi merkuri pada tanah mendapatkan hasil yang beragam. Nilai BCF tertinggi yaitu pada tanaman bunga

matahari dengan penambahan biochar sedangkan yang terendah yaitu pada bunga lidah mertua dengan penambahan biochar. Nilai ini dapat menjadi indikator bahwa tanaman bunga matahari (*Helianthus annus* L.) memiliki kemampuan yang lebih tinggi dalam mengakumulasi logam Hg di dalam akar dibandingkan dengan tanaman bunga lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*). Namun pada kedua jenis tanaman ini memiliki nilai BCF lebih besar dari satu sehingga tanaman-tanaman ini termasuk golongan akumulator tinggi. Nilai akumulasi merkuri oleh akar tanaman ini juga dipengaruhi oleh jenis dan komposisi bahan organik yang diberikan ke dalam media tanam.

Proses akumulasi yang dilakukan oleh akar tanaman memiliki banyak faktor yang dapat mempengaruhinya. Salah satunya dipengaruhi oleh kemampuan tanaman dalam menyerap logam berat serta kondisi lingkungan juga dapat mempengaruhi penyerapan merkuri. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi penyerapan logam berat antara lain yaitu lingkungan (pH tanah, temperatur tanah, kelembaban tanah, intensitas cahaya matahari), persaingan antara species tanaman, ukuran partikel, sistem perakaran, ketersediaan logam dalam tanah dan energi yang tersedia untuk memindahkan logam ke jaringan tanaman (Karamina dkk., 2017). Tanaman yang toleran terhadap keadaan tercekam logam berat biasanya terjadi serangkaian ekspresi gen yang mengontrol penyerapan, akumulasi dan toleransi terhadap logam, terdapat mekanisme hipertoleransi untuk menghindari keracunan logam seperti membentuk protein stress (*phytochelatins*) (Hidayati, 2013). Tanaman yang memiliki kemampuan ini disebut tanaman hiperakumulator. Hal lain yang dapat mempengaruhi akumulasi logam berat oleh tanaman yaitu keadaan lingkungan. Keadaan tanah yang mempengaruhi dalam enyerapan bahan organik yaitu antara lain reaksi media (pH), KTK dan unsur-unsur hara esensial (Hardiani,2009). Komposisi antara bahan organik dan tanah di dalam media juga akan mengurangi dampak buruk dari logam berat termasuk merkuri, penyedia unsur hara dan juga dapat mempertahankan kehidupan mikroorganisme tanah sebagai bahan energi untuk mereka sehingga keadaan ini sangat menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman akumulator.

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan tentang fitoremediasi tanah pasca tambang emas yang tercemar logam merkuri dengan bunga matahari dan bunga lidah mertua yang ditambahkan bahan organik dengan dosis yang berbeda dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Tanah pasca pertambangan emas di Desa Sungai Paku, Kecamatan Singingi Hilir memiliki kadar Hg 0,788 mg/kg termasuk kedalam kategori merkuri bahaya tingkat 2 dan telah melebihi baku mutu TK-C pada PP 101/2014.
2. Tanaman bunga matahari (*Helianthus annus* L.) memiliki kemampuan dalam mengakumulasi logam merkuri (Hg) selama penanaman 28 hari secara berurutan tanpa bahan organik, penambahan kompos dan biochar sebesar 11,71; 5,46 dan 8,89.
3. Tanaman bunga lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) memiliki kemampuan dalam mengakumulasi logam merkuri (Hg) selama penanaman 28 hari secara berurutan tanpa pemberian bahan organik, kompos dan biochar 2,27; 6,15 dan 2,45.
4. Tanaman bunga matahari (*Helianthus annus* L.) dan bunga lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) termasuk kedalam tanaman akumulator sangat tinggi karena memiliki nilai BCF lebih besar dari satu .

5.2. Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan tentang fitoremediasi tanah pasca tambang emas yang tercemar logam merkuri yang dilakukan oleh bunga matahari dan bunga lidah mertua dengan penambahan bahan organik yang berbeda dapat disarankan bahwa perlu dilakukan penelitian lanjut. Perlu diketahui tentang persebaran akumulasi merkuri ke bagian tanaman lainnya dan menambah waktu optimum dalam proses fitoremediasi agar dapat diketahui seberapa besar kemampuan maksimum tanaman dalam mengakumulasi logam berat.

Tanaman bunga matahari dan bunga lidah mertua dapat dibudidayakan bagi warga Kecamatan Singingi Hilir maupun untuk daerah yang memiliki lahan pasca tambang. Kedua tanaman ini dapat dibudidayakan dengan media tanah pasca pertambangan sehingga dapat meningkatkan prospek perekonomian baru di daerah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Ahyani, M. 2011. Pengaruh Kegiatan Penambangan Emas Terhadap Kondisi Kerusakan Tanah Pada Wilayah Pertambangan Rakyat Di Bombana Provinsi Sulawesi Tenggara. *Tesis*. Universitas Diponegoro : Semarang

Anjami, T. 2018. Dampak Sosial Penambangan Emas Tanpa Izin (Peti) Di Desa Sungai Sorik Kecamatan Kuantan Hilir Seberang Kabupaten Kuantan Singingi. *JOM FISIP*. 4 (2) : 1 – 13.

Ardigusa, Y. dan D. Sukma. 2015. Pengaruh Paclobutrazol terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Sanseviera (*Sanseviera trifasciata* Laurentii). *J. Hort. Indonesia.* 6 (1) : 45-53

Arienzo M., P Adamo and V. Cozzolino. 2003. The Potential of Lolium Perenne for Revegetation of Contamined Soil form a Metallurgical Site. *Elsevier Science*, 319 : 13 -25.

Aryanti, E. dan N. Hera. 2019. Sifat Kimia Tanah Area Pasca Tambang Emas: (Studi Kasus Pertambangan Emas Tanpa Izin Di Kenegerian Kari Kecamatan Kuantan Tengah, Kabupaten Kuantan Singingi). *Jurnal Agoteknologi.* 9 (2) : 21-26.

Basri A.B. dan A. Azis. 2011. Arang Hayati (BIOCHAR) sebagai Bahan Pembenah Tanah. *Serambi Pertanian.* 5 (6) : 1-2.

Badan Meorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). 2020. *Analisis hujan November 2020 dan Prakiraan Hujan Januari, Februari dan Maret 2021*. BMKG Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Jakarta. 50 hal.

Brooks, R.R., M.F. Chambers, L.J. Nicks and B.H. Robinson. 1998. Phytomining. *A Cell Press journal.* 3 (9) : 359 – 362

Brown S.L., R.L.Chaney, J.S.Angle and A.J.M. Baker. 1995. Zink and Cadmium uptake by hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens* grown in nutrient solution. *Soil science Society of America Journal*. 59:125-133.

Borolla S.M., A. Mariwy, dan J. Munuhuttu. 2019. Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Merkuri (Hg) Menggunakan Tumbuhan Kersen (*Muntingia calabua* L) dengan Sistem Reaktor. *Journal of Chemistry Education.* 9 (2): 78-89.

Cobia, D.W. 1978. *Sunflower production and marketing*. North Dakota State University of Agriculture and Applied Science. North Dakota. 120 p.

Dharmawan, I.W. 2003. Pemanfaatan endomikoriza dan pupuk organik dalam memperbaiki pertumbuhan *Gmelina arborea* LINN pada tanah tailing. *Tesis*. Bogor: Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.

Environmental Protection Agency (EPA). 2001. A Citizen's Guide to Phytoremediation. *U.S. Environmental Protection Agency*. 1-2.

Fahruddin. 2012. *Bioteknologi Lingkungan.* Makasar. Penerbit Alfabeta. 196 Hal..

Fauziah, A.B. 2009. Pengaruh Asam Humat Dan Kompos Aktif Untuk Memperbaiki Sifat Tailing Dengan Indikator Pertumbuhan Tinggi Semai *Enterolobium Cyclocarpum* Griseb dan *Altingla Excelsa* Noronhae. *Skripsi*. Departemen Silvikultur. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Hamzah, A., Z. Kusuma., W.H., Utomo, dan B. Guritno. 2012. Penggunaan tanaman *Vetiveria zizanoides* L. dan Biochar Untuk Remediasi Lahan Pertanian Tercemar Limbah Tambang Emas. *Buana Sains*, 12(1): 53-60.

Handayanto, E dan Hairiah. 2007. *Biologi Tanah, Landasan Pengelolaan Tanah Sehat*. Pustaka Adipura. Jakarta. 194 Hal.

Hardiani, H. 2009. Potensi tanaman dalam mengakumulasi logam Cu Pada media tanah terkontaminasi limbah padat Industri kertas. *Berita Selulosa.* 44 (1) : 27 – 40.

Hardjowigeno, S. 1993. *Klasifikasi Tanah Dan Pedogenesis*. Akademika Pressindo, Jakarta. 274 Hal.

Haryanti, D., D. Budianta. dan Salni. 2013. Potensi Beberapa Jenis Tanaman Hias sebagai Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) dalam Tanah. *J. Penelitian Sains*. 16 (2); 52-58.

Haryati, M., T. Purnomo, dan S. Kuntjoro. 2012. Kemampuan Tanaman Genjer (*Limnocharis flava* (L.)Buch) Menyerap Logam Berat Timbal (Pb) Limbah Cair Kertas pada Biomassa dan Waktu Pemaparan yang Berbeda. *LenteraBio*. 1 (3): 131–138.

Hasanah and Wikardi. 1989. Tanaman Minyak Bunga Matahari dan Wijen. *Edisi Khusus LITTRO*. 5 (1): 1-11

Henggar, H. 2009. Potensi Tanaman Dalam Mengakumulasi Logam Cu pada Media Tanah Terkontaminasi Limbah Padat Industri Kertas. *Berita Selulosa*, 44 (1) :27-40.

Hermana, J. dan E. Nurhayati. 2010. Removal of Cr^{3+} dan Hg^{2+} using compost derived from municipal solid waste. *Sustainable Environment Research*. 20: 257-261.

Hidayat, B. 2015. Pangaruh Penambahan Dosis Beberapa Jenis Biochar Pada Lahan Yang Tercemar Limbah Cair Sablon Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau. *Jurnal Pertanian Tropik.* 2(1) : 31-41.

Hidayati, N. 2013. Mekanisme Fisiologis Tumbuhan Hiperakumulator Logam Berat. *Jurnal Teknik Lingkungan.* 14(2) : 76-82.

Jadia, C.D. and M.H. Fulekar. 2009. Phytoremediation of Heavy Metals: Recent Techniques. *African Journal of Biotechnology*, 8 : 921-928.

Jaenudin A., T. Surawinata, dan Maryulianna. 2016. Pengaruh Kombinasi Kompos dan NPK (16:16:16) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bunga Matahari (*Hellianthus annuus* L.). *J. Agroswagati*. 4 (2) : 438-450.

Johan, T.I. dan Ediwarman. 2011. Dampak Penambangan Emas Terhadap Kualitas Air Sungai Singingi Di Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau. *Jurnal Ilmu Lingkungan.* 5(2) : 168-183.

Karamina, H., W. Fikrinda, dan A.T. Murti. 2017. Kompleksitas pengaruh temperatur dan kelembaban tanah terhadap nilai pH tanah di perkebunan jambu biji varietas kristal (Psidium guajava l.) Bumiaji, Kota Batu. *J. Kultivasi*. 16 (3) : 430-434.

Khairuna, S. dan Marlina. 2015. Pengaruh Fungi Mikoriza Arbuskular Dan Kompos Pada Tanaman Kedelai Terhadap Sifat Kimia Tanah. *J. Floratek.* 10 :1 - 9

Khan, S. and, N.N. Khan. 1983. Influence of lead and cadmium on growth and nutrient concentration of tomato and eggs plant. *J. Plant And Soil.* 74: 5860.

Kristio. 2007. Helianthus annuus. http://www.tanamanobatindonesia.multiply.com [16 Februari 2020]

Kurnia. 2013. Implementasi dan Kebijakan Sektor Pertambangan. *Jurnal Demokrasi dan Otonomi Daerah*, 11 (1) : 1-7.

Lestari, N. D. dan Aji A.N. 2020. Pengaruh Kompos Dan Biochar terhadap Fitoremediasi Tanah Tercemar Kadmium Dari Lumpur Lapindo Menggunakan Kangkung Darat. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan.* 7 (1) : 167-176.

Lestarisa, T. 2010. Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Keracunan Merkuri (Hg) Pada Penambang Emas Tanpa Ijin (Peti) Di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas, Kalimantan Tengah. *Tesis.* Program Studi Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro. Semarang.

Mailendra dan I. Buchori. 2019. Kerusakan Lahan Akibat Kegiatan Penambangan Emas Tanpa Izin Disekitar Sungai Singingi Kabupaten Kuantan Singingi. *J. Pembangunan Wilayah dan Kota*. 15 (3) : 174-188.

Macek, T., M. Mackovab, and J. Kas. 2000. Exploitation of Plants for The Removal of Organics in Environmental Remediation. *Biotechnology Advances*. 18 : 23-34.

Mirdat, Y., S. Patadungan, dan Isrun. 2013. Status Logam Berat Merkuri (Hg) Dalam Tanah Pada Kawasan Pengolahan Tambang Emas Di Kelurahan Poboya, Kota Palu. *E-J. Agrotekbis.* 1 (2) : 127-134.

Musthafidah, Z. 2016. Fitoremediasi Tanah Terkontaminasi Logam Tembaga (Cu) menggunakan Tanaman Bunga Matahari (*Hellianthus annus* L.). *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN Suska Riau. Pekanbaru.

Nurullah, N. D. R.. 2019. Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Pb Pasca Tambang Batubara di Kota Sawahlunto dengan Menggunakan Tanaman Bunga matahari dan Tanaman Bayam. *Skripsi*. Program Studi Agroteknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim. Pekanbaru.

Ogunlade, M. O. and S.O. Agbeniyi. 2011. Impact of Pesticides Use On Heavy Metal Pollution in Cocao Soil of Cross- River , Nigeria. *African Journal of Agriculture Research*. 6 (16) . 3725-3728

Pallar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Rineke Cipta. Jakarta. JUMLAH HALAMAN?

Park, J.H., G. K. Choppala, N. S. Bollan, J. W. Chung and T. Chuasavathi. 2011. Biochar reduces the bioavailability and phytotoxicity of heavy metals. *Plant Soil*. 348: 439–451.

Purwadinata, H. dan Sutrisno N. 2013. Rehabilitasi Lahan Pertanian Tercemar Limbah Industri (Hg dan Pb) dalam Mendukung Pembangunan Pertanian Ramah Lingkungan. *Prosiding Seminar Nasional Matematika, Sains, dan Teknologi* (4) : 72-81.

Purwanto, A.W. 2006. *Sanseviera Flora Cantik Penyerap Racun*. Kanisius. Yogyakarta. 68 hal

Putri, E. F. 2016. Uji Efek Sedasi Ekstrak Daun *Helianthus annuus* L. dengan Ekstraksi Bertingkat terhadap Mencit (*Mus musculus*) Galur Balb/c. *Skripsi*. Fakultas Farmasi Uiversitas Airlangga. Surabaya.

Rachmawatie, Z. Hidayah. dan I. W. Abida. 2009. Analisis Konsentrasi Merkuri (Hg) dan Cadmium (Cd) Di Muara Sungai Porong Sebagai Area Buangan Limbah Lumpur Lapindo. *J. Kelautan*. 2(2): 125-134.

Rahmawati, I. 2015. Pengaruh Faktor Fisika dan Kimia Tanah terhadap Indeks Keanekaragaman Hewan Tanah. Pendidikan Biologi Universitas Riau

Rahmayani, S., S. Rahmalia. dan Y.I. Dewi. 2014. Hubungan Pengetahuan dan Perilaku dengan Frekuensi Kejadian Penyakit Kulit pada Masyarakat Pengguna Air Kuantan. *JOM Psik*, 2(1) 1-8.

Ratnawati, R. dan R. D. Fatmasari. 2018. Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata*) dan Jengger Ayam (*Celosia plumosa*). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(2) : 62-69.

Razali. 2002. Pengomposan dan Pengaruh Pemberian Kompos, Pupuk Biologi Serta Amandemen Terhadap Pertumbuhan, Ketersediaan Serta Serapan Hara Pada Tanaman Kedelai Pada Tanah Ultisol Langkat. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana USU. Medan

Rianto, S. 2010. Analisis Faktor - Faktor Yang Berhubungan Dengan Keracunan Merkuri Pada Penambang Emas Tradisional Di Desa Jendi Kecamatan Selogiri Kabupaten Wonogiri. *Tesis*. Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponogoro, Semarang.

Rosanti, D. 2017. Keanekaragaman Morfologi Daun Sansevieria (Lidah Mertua) Yang Tersebar Di Kota Palembang. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.* 14(2) : 65-72.

Santi, L. dan G. D. Hadjar. 2010. Pemanfaatan Biochar Sebagai Pembawa Mikroba untuk Pemantap Agregat Tanah Ultisol dari Taman Bogo-Lampung. *Menara Perkebunan.* 78 (2) : 52-60.

Sanchzet P.A. 1992. *Properties and Management of Soil in Topict*. New York: J Wiley.

Santoso, B. 2018. Penegakan Hukum terhadap Penambang Emas Tanpa Izin Berdasarkan Perda No. 3 Tahun 2012 Di Kabupaten Dharmasraya, Provinsi Sumatra Barat. *Skripsi*. Fakultas Hukum Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Sarifuddinn E. , Y. S. Patadungan, dan Isrun. 2017. Pengaruh Asam Humat dan Fulvat Ekstrak Kompos *Thitonia diversifolia* terhadap Hgkhelat, Ph dan C-Organik Entisol Tercemar Merkuri. *E-J. Agrotekbis*. 5 (3) : 284 – 290.

Siahaan, B.C., S.R. Utami, dan E. Handayanto. 2014. Fitoremediasi Tanah Tanah Tercemar Merkuri Menggunakan *Lindernia crustaceae, Digitaria radicosaa*, dan *Cyperus rotundus* serta Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya*. 1(2):35-51.

Sidauruk, L dan P. Sipayung. 2015. Fitoremediasi Lahan Tercemar Di Kawasan Industri Medan Dengan Tanaman Hias. *Jurnal Pertanian Tropik.* 2 (2) : 178-186.

Stevenson, F. J. 1994. *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reaction*. John Wiley & Sons, INC. New York.

Suhendrayatna. 2001. Heavy metal bioremoval by microorganisms: a literature study. http://www.istecs.org/Publication/Japan/010211.

Sunuk, Y., M. Montolalu. dan Z. E. Tamod. 2018. Aplikasi Kompos Sebagai Pembenah Pada Bahan Induk Tanah Tambang Emas Di Desa Tatelu Kecamatan Dimembe. *Jurnal Ilmiah.* 1 (1) : 1-15

Tagentju, I.A., A. Paserang. dan W. Harso. 2018. Akumulasi Nikel pada Akar dan Tajuk Tumbuhan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.), Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.) dan Sawi Hijau (*Brassica rapa* L.) pada Tanah Terkontaminasi Nikel. *Journal of Science and Technology*, 7(3) : 298-303.

Tahir, M. I. dan M. Sitanggang. 2008. *165 Sansevieria Eksklusif.* Jakarta : Agromedia. 180 hal

Telmer, K. 2007. Mercury and Small Scale Gold Mining – Magnitude and Challenges Worldwide. *GEF/UNDP/UNIDO Global Mercury Project*.

Tinov, M. Y. T. dan T. Handoko. 2018. Peran Serta Masyarakat Dalam Konservasi Lingkungan Pasca Aktivitas Pertambangan Tanpa Izin (Peti) Di Desa Koto Cerenti Kecamatan Cerenti Kabupaten Kuantan Singingi. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat.* 2 (4) : 363-366

Truu, J., E. Talpsep, E. Vedler, E. Heinaru, and A. Heinaru. 2003. *Enhanced Biodegradation of Oil Shale Chemical Industry Solid Wastes by Phytoremediation and Bioaugmentation*. Estonia Academy Publisher. KOTA TERBIT. JUMLAH HALAMAN

Tuheteru, F.D., A. Arif, dan M. F. Rajab. 2017. Potensi Fiteremdiasi Nikel (Ni) pada Jenis Adaptif di Lahan Revegetasi PT. Vale Indonesia Tbk. Site Pomalaa Kabupaten Koloka. *Jurnal Wasian*, 4(2):89-96.

Vithanage, M., A. U. Rajapaksha, X. Tang, S. Thiele-Bruhn, K. H. Kim, S. Lee, and Y. S. Ok. 2012. Sorption And Transport of Sulfamethazine In Agricultural Soils Amended With Invasive-Plant-Derived Biochar. *Journal of Environmental Management*, 141 : 95–103.

Wang, J., X. Feng, C. Anderson, Y. Xing, and L. Shang. 2012. Remediation of mercury contaminated sites – A review. *Journal of Hazardous Materials*, 221-222 : 1-18.

Wawo, R. H. A., S. Widodo, N. Jafar, dan F. N. Yusuf. 2017. Analisis Pengaruh Penambangan Emas Terhadap Kondisi Tanah Pada Pertambangan Rakyat Poboya Palu, Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Geomine*, 5(3) : 116-119.

Widyati, E. 2009. Kajian Fitoremediasi sebagai Salah Satu Upaya Menurukan Akumulasi Logam Akibat Air Asam Tambang pada Lahan Bekas Tambang Batubara. *Jurnal Tekno Hutan Tanaman*, 2(2): 67-75.

Yudhistira, H., W. K. Hidayat. dan A. Hadiarto. 2011, Kajian Dampak Kerusakan Lingkungan Akibat Kegiatan Penambangan Pasir di Desa Keningar Daerah Kawasan Gunung Merapi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 9(2) : 76-84.

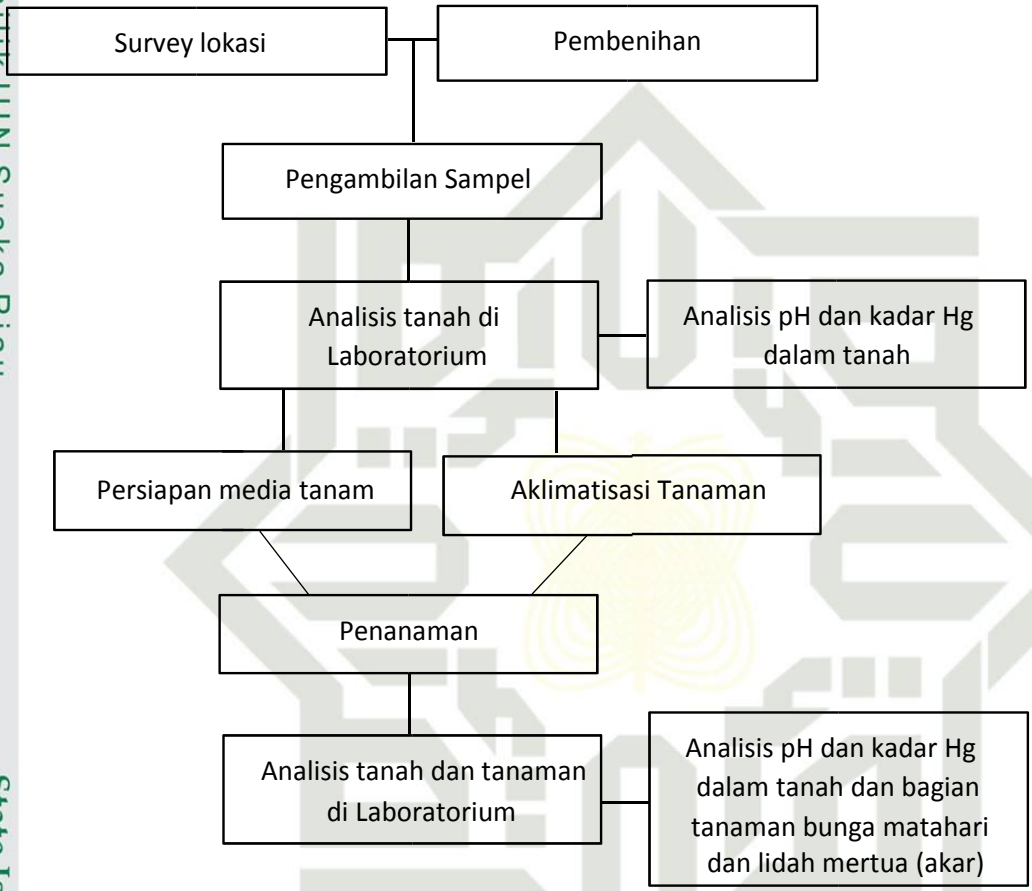
Yulis, P. A. R. 2018. Analisis Kadar Logam Merkuri (Hg) Dan (Ph) Air Sungai Kuantan Terdampak Penambangan Emas Tanpa Izin (Peti). *Jurnal Pendidikan Kimia.* 2 (1) : 28-36.

Zhang, X., W. Qi-Cao, Z. Shao-Qing, S. Xiao-Jing and Z. Zhong-Sheng. 2009. Stabilization/Solidification (S/S) Of Mercury-Contaminated Hazardous Wastes Using Thiol-Functionalized Zeolite And Portland Cement. *Journal of Hazardous Materials*.168 : 1575-1580.

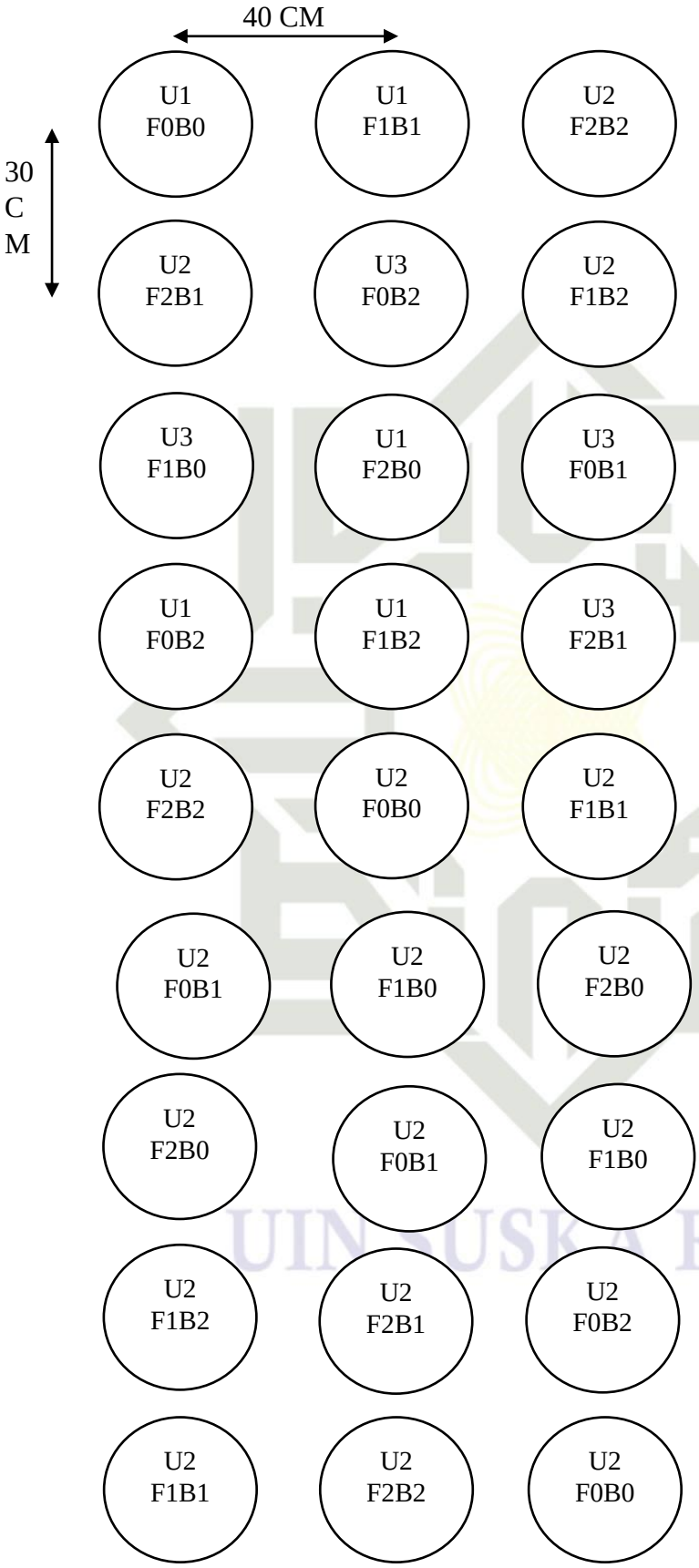
Zuhri, A. 2015. Konflik Pertambangan Emas Tanpa Izin (PETI) di Desa Petapahan Kecamatan Gunung Toar Kabupaten Kuantan Singingi. *JOM FISIP*, 2 (2) 1-12.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Alur Penelitian



Lampiran 2. Bagan Percobaan Rancangan Acak Lengkap



Ket :

Un = Ulangan ke-

F0 = Tanpa Penanaman

F1 = Bunga Matahari (*Hekianthus annus* L.)

F2 = Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata*)

B0 = Tanpa penambahan bahan organik

B1 = Kompos

B2 = Biochar

Lampiran 3. Data Hasil Analisis Keseluruhan

Perlakuan	pH Tanah	Hg Dalam Tanah	Hg Dalam Akar	BCF
F0B0	8,23	0,2065	-	-
F0B1	8,87	0,2231	-	-
F0B2	7,83	0,2349	-	-
F1B0	7,66	0,1894	2,2179	11,7101
F1B1	7,07	0,2105	1,1490	5,4584
F1B2	6,91	0,2672	2,3759	8,8918
F2B0	6,86	0,2349	0,5323	2,2661
F2B1	6,73	0,2116	1,3018	6,1522
F2B2	6,45	0,1883	0,4608	2,4472

Lampiran 4. Menghitung *Biological Concentration Factor* (BCF)

$$BCF = \frac{\text{Rataan Hg dalam akar tanaman (mg/kg)}}{\text{Hg dalam tanah (mg/kg)}}$$

$$= \frac{2{,}2179 \text{ mg/kg}}{0{,}1894 \text{ mg/kg}}$$

$$= 11{,}7101$$

Lampiran 5. Hasil Uji Sidik Ragam dan Uji Lanjut pH

```
The SAS System                    19:10 Tuesday, December 28, 2020   1

                                          The GLM Procedure

                                      Class Level Information

                                Class         Levels    Values

                                FITO               3    F0 F1 F2

                                BAK                3    B0 B1 B2

                                  Number of observations    27

                                         The SAS System                     19:10
Tuesday, December 28, 2020   2

                                         The GLM Procedure

Dependent Variable: pH

                                                   Sum of
                    Source                DF          Squares     Mean Square    F Value    Pr>F

                    Model                  8       9.13620000      1.14202500    11420.2  <.0001

                    Error                 18       0.00180000      0.00010000

                    Corrected Total       26       9.13800000

                                R-Square     Coeff Var      Root MSE       pH Mean

                                0.999803      0.137174      0.010000      7.290000

                    Source                DF        Type I SS     Mean Square    F Value    Pr>F

                    FITO                   2       7.64540000      3.82270000    38227.0  <.0001
                    BAK                    2       1.27680000      0.63840000    6384.00  <.0001
                    FITO*BAK               4       0.21400000      0.05350000     535.00  <.0001

                    Source                DF      Type III SS     Mean Square    F Value    Pr>F

                    FITO                   2       7.64540000      3.82270000    38227.0  <.0001
                    BAK                    2       1.27680000      0.63840000    6384.00  <.0001
                    FITO*BAK               4       0.21400000      0.05350000     535.00  <.0001


ANALISIS SIDIK RAGAM GEA              19:10 Tuesday, December 28, 2020   8

                                          The GLM Procedure

                                      Class Level Information

                          Class         Levels    Values

                          FITO               3    F0 F1 F2

                          BAK                3    B0 B1 B2

                          COMBS              9    F0B0 F0B1 F0B2 F1B0 F1B1 F1B2 F2B0 F2B1 F2B2

                                  Number of observations    27
```

ANALISIS SIDIK RAGAM GEA 19:10 Tuesday, December 28, 2020 9

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for pH

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	18
Error Mean Square	0.0001

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9
Critical Range	.01715	.01800	.01853	.01890	.01917	.01937	.01953	.01965

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	COMBS
A	8.230000	3	F0B0
B	7.870000	3	F0B1
C	7.830000	3	F0B2
D	7.660000	3	F1B0
E	7.070000	3	F1B1
F	6.910000	3	F1B2
G	6.860000	3	F2B0
H	6.730000	3	F2B1
I	6.450000	3	F2B2

Lampiran 6. Hasil Uji Sidik Ragam dan Uji Lanjut Merkuri Tanah

```
The SAS System                    19:10 Tuesday, December 28, 2020

                                                The GLM Procedure

Dependent Variable: HgT

                                                     Sum of
                  Source                    DF       Squares     Mean Square    F Value   Pr>F

                  Model                      8     0.01762963      0.00220370      19.19  <.0001
                  Error                     18     0.00206667      0.00011481
                  Corrected Total           26     0.01969630


                              R-Square     Coeff Var      Root MSE      HgT Mean

                              0.895073      4.878744      0.010715      0.219630


                  Source                    DF       Type I SS     Mean Square    F Value    Pr>F

                  FITO                       2     0.00074074      0.00037037       3.23  0.0635
                  BAK                        2     0.00267407      0.00133704      11.65  0.0006
                  FITO*BAK                   4     0.01421481      0.00355370      30.95  <.0001


                  Source                    DF     Type III SS     Mean Square    F Value    Pr>F

                  FITO                       2     0.00074074      0.00037037       3.23  0.0635
                  BAK                        2     0.00267407      0.00133704      11.65  0.0006
                  FITO*BAK                   4     0.01421481      0.00355370      30.95  <.0001

ANALISIS SIDIK RAGAM GEA              19:10 Tuesday, December 28, 2020  10

                                                The GLM Procedure

                                        Duncan's Multiple Range Test for HgT

              NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise
error rate.

                                        Alpha                          0.05
                                        Error Degrees of Freedom         18
                                        Error Mean Square          0.000115


      Number of Means            2           3           4           5           6           7
8           9
      Critical Range       .01838      .01929      .01986      .02025      .02054      .02076
.02093      .02106

                                  Means with the same letter are not significantly different.

                                  Duncan Grouping          Mean       N    COMBS

                                                A      0.270000       3    F1B2

                                                B      0.240000       3    F0B2
                                                B
                                                B      0.240000       3    F2B0
                                                B
                                                B      0.230000       3    F0B1

                                                C      0.210000       3    F1B1
                                                C
                                                C      0.206667       3    F2B1
                                                C
                                                C      0.200000       3    F0B0
                                                C
                                                C      0.190000       3    F1B0
                                                C
                                                C      0.190000       3    F2B2
```

Lampiran 7. Hasil Uji Sidik Ragam dan Uji Lanjut Merkuri Akar

```
                                        The SAS System                    21:58
Wednesday, December 29, 2020   1

                                      The ANOVA Procedure

                                   Class Level Information

                              Class         Levels    Values

                              FITO               2    F1 F2

                              BAK                3    B0 B1 B2


                                Number of observations    18

                                        The SAS System                    21:58
Wednesday, December 29, 2020   2

                                      The ANOVA Procedure

Dependent Variable: HgA

                                                  Sum of
                    Source                  DF        Squares     Mean Square    F Value    Pr>F

                    Model                    5     10.13325000      2.02665000    20266.5  <.0001

                    Error                   12      0.00120000      0.00010000
                    Corrected Total         17     10.13445000


                          R-Square     Coeff Var      Root MSE      HgA Mean

                          0.999882      0.749064      0.010000      1.335000

                    Source                  DF        Anova SS     Mean Square    F Value    Pr>F

                    FITO                     1      6.09005000      6.09005000    60900.5  <.0001
                    BAK                      2      0.11160000      0.05580000     558.00  <.0001
                    FITO*BAK                 2      3.93160000      1.96580000    19658.0  <.0001

ANALISIS RAGAM GEA                 21:58 Wednesday, December 29, 2020

                                      The ANOVA Procedure

                                Duncan's Multiple Range Test for HgA

              NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise
error rate.

                              Alpha                          0.05
                              Error Degrees of Freedom          9
                              Error Mean Square                 0


                          Number of Means      2      3      4      5      6
                          Critical Range       0      0      0      0      0

                        Means with the same letter are not significantly different.

                      Duncan Grouping          Mean      N    COMBS

                                 A            2.380      3    F1B2

                                 B            2.220      3    F1B0

                                 C            1.300      3    F2B1

                                 D            1.150      3    F1B1

                                 E            0.530      3    F2B0

                                 F            0.430      3    F2B2
```

Lampiran 8. Hasil Analisis Tanah Sebelum Fitoremediasi

Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI
PADANG

JL. Raya LIK No. 23 Ulu Gadut, Padang, Telp. (0751) 72201 Fax. (0751) 71320
E-mail : baristandpadang@kemenperin.go.id Website : http://baristandpadang.kemenperin.go.id

LAPORAN HASIL UJI
TEST REPORT

No. : 2046/BPPI/BRSIP/LAB/XI/2020

No. Pengujian / *No. of testing* : 3266/U/X/2020

Surat Sdr/FPA No / *No. of your reference* : 1985/BPCU/X/2020

Kepada Yth, Sdr
To : Ghea Dwiflorenti
Blok G No. 8 Perum Taman Arengka Indah
Kec. Tampan
Pekanbaru
Riau

Yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan bahwa hasil pengujian
The undersigned certifies that the test result

Dari contoh / *of the sample* : Tanah

Cap / *marked* ***Sebelum Fitoremediasi*** diambil segel oleh / *taken sealed by* : Pelanggan

Yang kami terima dari saudara tgl. / *received on* : 22 Oktober 2020

adalah sebagai berikut / *as follows* :

No.	Parameter Uji	Satuan	Hasil Analisa	Metoda Uji
1	Merkuri (Hg)	mg/kg	0,7880	ASTM C1301-95 (2001)
2	pH	-	7,30	SNI 06-3822-1995

Padang, 10 November 2020
Kasie Standardisasi dan Sertifikasi

RIMELDA RIDWAN

KAN
Komite Akreditasi Nasional
LP-607-IDN

FR.SS-UJI.24E1R1

Hasil pengujian ini tidak untuk digandakan dan hanya berlaku untuk contoh-contoh tersebut diatas
The test result is not to be duplicated and only applies to the samples mentioned above

Lampiran 9. Hasil Analisis Tanah Sesudah Fitoremediasi

Kementerian Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI PADANG

Jl. Raya LIK No. 23 Ulu Gadut, Padang, Telp. (0751) 72201 Fax. (0751) 71320
E-mail : baristandpadang@kemenperin.go.id Website : http://baristandpadang.kemenperin.go.id

LAPORAN HASIL UJI
TEST REPORT

No. : 2363/BPPI/BRSIP/LAB/XII/2020

No. Pengujian / *No. of testing* : 3613 s/d 3621/U/XI/2020

Surat Sdr/FPA No / *No. of your reference* : 2203/BPCU/XI/2020

Kepada Yth, Sdr
To : Ghea Dwiflorenti
Blok G No. 8 Perum Taman Arengka Indah
Kec. Tampan
Pekanbaru
Riau

Yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan bahwa hasil pengujian
The undersigned certifies that the test result

Dari contoh / *of the sample* : Tanah

Cap / *marked* *1 s/d 9*

diambil segel oleh / *taken sealed by* : Pelanggan

Yang kami terima dari saudara tgl. / *received on* : 19 November 2020

adalah sebagai berikut / *as follows* :

No.	Kode Sampel	Hasil Analisa	
		Merkuri (Hg) Satuan : mg/kg	pH Satuan : -
1	F0B0	< 0,2065 *	8,23
2	F0B1	< 0,2231 *	7,87
3	F0B2	< 0,2349 *	7,83
4	F1B0	< 0,1894 *	7,66
5	F1B1	< 0,2105 *	7,07
6	F1B2	0,2672	6,91
7	F2B0	< 0,2349 *	6,86
8	F2B1	< 0,2116 *	6,73
9	F2B2	< 0,1883 *	6,45

Ket. : *a. Metoda Uji Merkuri (Hg) berdasarkan ASTM C1301-95(2001)*
b. Metoda Uji pH berdasarkan SNI 06-3822-1995
*c. * = Batas Deteksi Metode*

Padang, 18 Desember 2020
Kasie. Standardisasi dan Sertifikasi

RIMELDA RIDWAN

Lampiran 10. Hasil Analisis Akar Tanaman Setelah Fitoremediasi

Kementerian Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI PADANG

Jl. Raya LIK No. 23 Ulu Gadut, Padang, Telp. (0751) 72201 Fax. (0751) 71320
E-mail : baristandpadang@kemenperin.go.id Website : http://baristandpadang.kemenperin.go.id

LAPORAN HASIL UJI
TEST REPORT

No. : 2364/BPPI/BRSIP/LAB/XII/2020

No. Pengujian / *No. of testing* : 3622 s/d 3627/U/XI/2020

Surat Sdr/FPA No / *No. of your reference* : 2204/BPCU/XI/2020

Kepada Yth, Sdr
To : Ghea Dwiflorenti
Blok G No. 8 Perum Taman Arengka Indah
Kec. Tampan
Pekanbaru
Riau

Yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan bahwa hasil pengujian
The undersigned certifies that the test result

Dari contoh / *of the sample* : Akar Tanaman

Cap / *marked* 1 s/d 6 — diambil segel oleh / *taken sealed by* : Pelanggan

Yang kami terima dari saudara tgl. / *received on* : 19 November 2020

adalah sebagai berikut / *as follows* :

No.	Kode Sampel	Hasil Analisa Merkuri (Hg) Satuan : mg/kg
1	F1B0	2,2179
2	F1B1	1,1490
3	F1B2	2,3759
4	F2B0	0,5323
5	F2B1	1,3018
6	F2B2	0,4608

Ket. : Metoda Uji Merkuri (Hg) berdasarkan ASTM C1301-95(2001)

Padang, 18 Desember 2020
Kasie. Standardisasi dan Sertifikasi

RIMELDA RIDWAN

Laporan Hasil Uji ini hanya berlaku untuk contoh tersebut diatas. Laporan Hasil Uji tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya dan dengan persetujuan tertulis dari Baristand Industri Padang
Report of Analysis relate only to sample analyzed. Report of Analysis shall not be reproduced except in full and with a written approval from Baristand Industri Padang

Lampiran 11. Lokasi penelitian

Lokasi Sekitar Pengambilan Sampel

Kegiatan Penambangan Aktif

Lokasi Sekitar Pengambilan Sampel

Lokasi Sekitar Pengambilan Sampel

Lampiran 12. Penanaman

Pemilihan Bibit yang Setara

Penimbangan Media Tanam

Kondisi fisik tanaman setelah fitoremediasi